AVTMTTR25 - POR
Rev. C
Abril 2008

Manual de Instruções AVTMTTR25
para o
TTR® Portátil TTR25
Equipamento de Teste de Relação de Espiras de Transformadores
Catálogo N° TTR25

Equipamento de Alta Tensão
Leia o manual inteiro antes da utilização.

Megger®

2621 Van Buren Ave
Norristown, PA 19403-2329 - EUA
610-676-8500

www.megger.com

TTR® Portátil TTR25

Equipamento de Teste de Relação de Espiras de Transformadores

Manual de Instruções

Direitos Autorais

Isenção de Responsabilidade

Acredita-se que as informações contidas neste manual sejam adequadas para o uso ao qual o produto se destina. Se o produto ou algum de seus instrumentos individuais forem utilizados para fins diferentes daqueles especificados no presente manual, deve-se solicitar da Megger a confirmação de sua validez e adequabilidade. Consulte as informações de garantia incluídas no final deste manual de instruções. As especificações estão sujeitas a alterações sem prévio aviso.

GARANTIA

Os produtos fornecidos pela Megger são garantidos contra defeitos de material e mão-de-obra por um período de um ano a partir do despacho. Nossa responsabilidade limita-se especificamente à substituição ou ao conserto de equipamentos defeituosos, a nosso critério. Os equipamentos devolvidos à fábrica devem ser enviados com porte pré-pago e assegurados. Esta garantia não inclui baterias, lâmpadas ou outros itens consumíveis, cobertos pela garantia do fabricante original. Não oferecemos nenhuma outra garantia. A garantia será anulada em caso de abuso (não cumprimento dos procedimentos de operação recomendados) ou se o cliente não realizar os serviços de manutenção específicos indicados no presente manual.

ÍNDICE

LISTA DE ILUSTRAÇÕES

LISTA DE TABELAS

1

INTRODUÇÃO

Sobre o TTR25

O Equipamento de Teste TTR® Portátil TTR25 é uma unidade completamente automática, com auto-verificação e auto-calibração. O equipamento de teste mede a relação de espiras, a corrente de excitação e a comutação de fase (polaridade) de transformadores de distribuição monofásicos e trifásicos (fase a fase) e também de transformadores de força, potencial e corrente. O Equipamento de Teste TTR® Portátil TTR25 é alimentado por seis baterias alcalinas substituível tamanho AA. O equipamento de teste é um instrumento portátil alojado em um gabinete plástico resistente. O equipamento de teste é fornecido com um estojo para transporte com alça e uma bolsa de acessórios.

O equipamento de teste pode ser utilizado para testar transformadores monofásicos e trifásicos, tanto com quanto sem derivações, de acordo com as exigências das normas IEEE C57.12.90 de 1997. Nos transformadores trifásicos, o equipamento de teste é conectado a cada uma das três fases do transformador a ser testado e as medições são realizadas fase a fase.

A relação de espiras, a comutação de fase (polaridade) e a corrente de excitação são exibidas em uma tela de cristal líquido grande. A corrente de excitação do transformador ajuda a detectar as espiras do transformador que estão em curto ou um número desigual de espiras conectadas em paralelo. As mensagens de condições de funcionamento (erro) identificam conexões de teste incorretas, condições de funcionamento anormais ou problemas de enrolamento. Os resultados do teste podem ser impressos com uma impressora opcional.

As características incluem:

- Funcionamento completamente automático.
- Auto-verificação ao ligar.
- Auto-calibração em cada medição.
- Operação fácil com uma tecla.

- Teste de relação de espiras, corrente de excitação e comutação de fase (polaridade).
- Medição fácil de transformadores monofásicos e trifásicos (fase a fase) e também de transformadores de potencial e corrente.
- Verificação da inversão de fios de prova ou conexões de enrolamento no início de cada teste.
- Registro dos dados de teste com uma impressora externa opcional.
- Três tensões de teste de excitação, selecionadas automaticamente: 8 V, 1,5 V e 0,5 V.
- Teste de acordo com as normas ANSI, IEC e australianas.
- Pontas de prova marcadas de acordo com as normas ANSI, IEC e australianas.
- Sete opções de idioma.
- Exibição de dados alfanuméricos na tela de cristal líquido grande e fácil de ler.
- Satisfaz as exigências tanto das Diretrizes EMC quanto de Baixa Tensão Européias (marca CE).
- Funcionamento sem problemas em pátios de manobra com condições de interferência eletrostática e magnética.

Teoria e Prática Elétrica

Como o TTR25 Funciona

O equipamento de teste TTR25 fornece tensão de excitação à entrada do transformador. Mede com precisão as tensões tanto do lado H (alta tensão) quanto do lado X (baixa tensão) para calcular a razão de espiras. O TTR também mede a comutação de fase (polaridade) entre os enrolamentos primário e secundário de um transformador e a corrente de excitação do transformador.

Relação de Espiras do Transformador

A Relação de Espiras do Transformador é a relação entre o número de espiras no enrolamento de alta tensão e o número de espiras no enrolamento de baixa tensão. A relação do transformador pode alterar-se devido a diversos fatores, incluindo danos físicos causados por falhas, deterioração do isolamento, contaminação e danos causados durante o transporte.

Um Equipamento de Teste de Relação de Espiras de Transformadores como o TTR25 é capaz de medir diretamente a relação de espiras de transformadores monofásicos e também de transformadores trifásicos. Os desvios nessas medições indicarão rapidamente a presença de problemas nos enrolamentos do transformador e nos circuitos do núcleo magnético. Se a relação de um transformador apresenta um desvio de mais de 0,5% da relação de tensão

nominal, pode ser que o transformador não funcione confiavelmente. Para medir alterações de relação tão pequenas, faz-se necessária a precisão do TTR25 da Megger.

Corrente de Excitação

O TTR25 é capaz de medir a corrente de excitação aplicando tensão a um dos enrolamentos do transformador. Uma medição precisa da corrente de excitação pode fornecer informações sobre as condições do núcleo do transformador. Correntes circulantes indesejadas, aterramentos não intencionais ou até um curto circuito incipiente podem afetar a corrente de excitação e indicar um problema.

Polaridade do Transformador

A polaridade de um transformador de distribuição é importante na determinação de sua conexão correta dentro da rede de energia. O TTR25 da Megger identificará polaridades normais (em fase) e invertidas em transformadores monofásicos.

A Figura 1-1 apresenta um diagrama em blocos do TTR25. O oscilador de tensão de excitação aplica ao transformador em teste uma tensão de teste a 55 Hz. Três tensões de teste são utilizadas para testar o transformador: 0,5 V, 1,5 V e 8 V. A seleção da tensão de teste se baseia na corrente de excitação necessária. A tensão de teste necessária é selecionada automaticamente.

As tensões de entrada e saída do transformador são aplicadas ao conjunto de circuitos de condicionamento. O conjunto de circuitos melhora a relação sinal-ruído do sinal de teste e proporciona um intervalo de tensão completo dos sinais de teste nas entradas do conversor A/D.

O conversor A/D é utilizado para converter sinais analógicos de medição em réplicas digitais. Os sinais digitais de saída convertidos são aplicados ao CPLD (dispositivo de lógica programável complexa) e então transferidos ao microprocessador.

O microprocessador é a parte principal do equipamento de teste TTR. Proporciona a seqüência correta de sincronização da operação, coleta e calcula os resultados dos testes e interage com os periféricos. O equipamento de teste TTR25 possui três periféricos principais: porta de impressora/RS-232, tela de cristal líquido e teclado.

A fonte de alimentação de CC converte a tensão primária das baterias (seis baterias alcalinas AA Energizer® X91, com 9 V nominal e capacidade nominal de 3135 mAh), nas tensões de CC secundárias necessárias para o funcionamento correto do equipamento de teste TTR25.

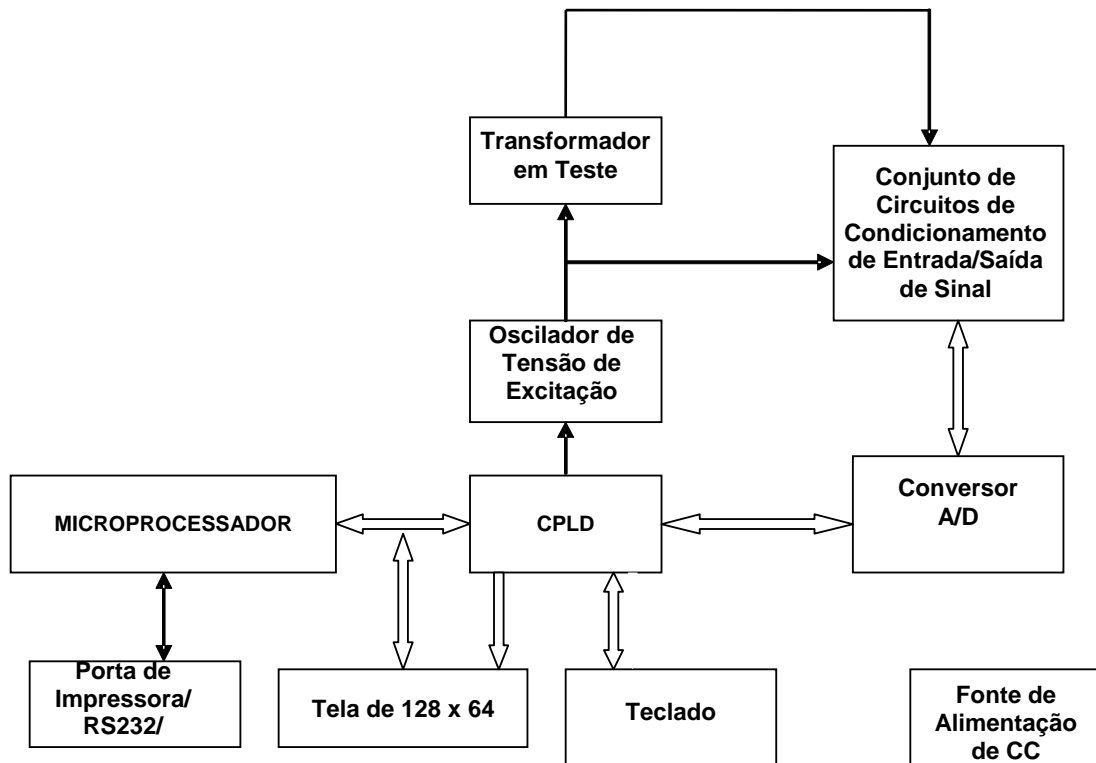



Figura 1-1 Diagrama em Blocos do Equipamento de Teste TTR25

Aplicações para o TTR25

O funcionamento correto de um transformador depende quase inteiramente das propriedades elétricas dos enrolamentos. Para garantir um funcionamento contínuo adequado, os transformadores são testados para verificar que suas propriedades elétricas não tenham mudado em relação às especificações do projeto. Um TTR é um instrumento extremamente útil no teste dos enrolamentos de transformadores porque pode ajudar a encontrar vários tipos de problemas em transformadores monofásicos e trifásicos.

É utilizado para determinar a precisão sem carga de transformadores de corrente e força e também para determinar a necessidade de testes adicionais em transformadores de corrente e tensão que apresentem problemas.

O TTR25 aplica tensão ao enrolamento de alta tensão do transformador e mede precisamente a tensão resultante no enrolamento de baixa tensão. A relação entre as tensões é diretamente proporcional à relação de espiras. Além disso, a unidade mede a corrente de excitação e a polaridade.

Ao Receber o TTR25

Compare os equipamentos recebidos com a lista de envio para garantir a presença de todos os materiais. Avise a Megger se algum item estiver faltando, pelo telefone (1-610) 676-8500 ou o representante de vendas autorizado.

Examine se o aparelho foi danificado durante o transporte. Se houver alguma avaria, faça uma queixa imediata ao transportador e avise a Megger ou o representante de vendas autorizado mais próximo, fornecendo uma descrição detalhada do problema.

Antes do envio, este aparelho foi exaustivamente testado e inspecionado, cumprindo com rígidas especificações. Está pronto para o uso quando conectado conforme as indicações deste manual.

Segurança em Primeiro Lugar

Não deixe de ler atentamente as informações de segurança do Capítulo 2 e siga todas as precauções e recomendações de segurança.

Como Usar este Manual

Convenções Tipográficas

AVISO
Os avisos indicam a possibilidade de danos a equipamentos.

ALERTA
Os alertas indicam situações potencialmente perigosas para as pessoas.

OBSERVAÇÃO:	As observações proporcionam informações importantes.

2

SEGURANÇA

Panorama Geral

O TTR25 deve ser utilizado em transformadores desenergizados. No entanto, o transformador conectado ao equipamento de teste é uma possível fonte de energia elétrica de alta tensão e todos aqueles que executarem ou assistirem os testes devem seguir todas as precauções de segurança possíveis para evitar o contato com peças potencialmente energizadas do transformador e dos circuitos relacionados. Aqueles que estiverem realizando o teste devem manter-se afastados de todas as peças do circuito de alta tensão, incluindo todas as conexões, a menos que o equipamento de teste esteja desenergizado e todas as peças do circuito de teste estejam aterradas. Aqueles que não estiverem diretamente envolvidos no trabalho devem ser mantidos afastados das atividades do teste por meio de barreiras, barricadas ou avisos adequados.

Encare cada um dos terminais do equipamento de alta tensão como um possível risco de choque elétrico. Sempre existe a possibilidade de indução de tensões nesses terminais devido à proximidade de linhas ou equipamentos de alta tensão energizados. Sempre desconecte os fios de prova do equipamento de potência antes de desconectá-los do equipamento de teste. A conexão a terra deve ser a primeira a ser feita e a última a ser retirada. Qualquer interrupção da conexão de aterramento pode criar um risco de choque elétrico.

Qualquer conserto ou substituição de componente deve ser realizado por pessoal de assistência técnica qualificado.

Exigências de Segurança

A Megger realiza análises formais de segurança do projeto inicial e de quaisquer alterações posteriores. Esse procedimento é seguido com todos os produtos novos e cobre outras áreas além daquelas incluídas nas normas aplicáveis. Independentemente desses esforços, não é possível eliminar todos os riscos dos equipamentos de testes elétricos. Por esse motivo, fizeram-se todos os esforços possíveis para que este manual de instruções indicasse os devidos procedimentos e precauções a serem seguidos pelo usuário ao operar este

equipamento, e para marcar o próprio equipamento com alertas nos locais adequados. Não é possível prever todos os riscos que podem ocorrer nas várias aplicações deste equipamento. Portanto, é essencial que o usuário, além de seguir as regras de segurança contidas neste manual, também observe cuidadosamente todos os aspectos de segurança do teste antes de prosseguir.

- A segurança é responsabilidade do usuário.
- Siga os procedimentos de segurança de sua empresa.
- O uso indevido deste equipamento pode ser extremamente perigoso.
- A função deste equipamento limita-se ao uso descrito neste manual. Não utilize o equipamento ou seus acessórios com qualquer dispositivo diferente daqueles especificamente descritos.
- Nunca conecte o equipamento de teste a equipamentos energizados.
- Não utilize o equipamento de teste em atmosferas explosivas.
- A manutenção corretiva deve ser realizada apenas por pessoal qualificado, familiarizado com a estrutura e a operação do equipamento de teste e com os riscos envolvidos.
- Consulte IEEE 510 - 1983, Práticas Recomendadas pela IEEE para a Segurança em Testes de Alta Tensão e Alta Potência, para obter informações adicionais.

Se o equipamento de teste for adequadamente operado e todos os aterramentos forem corretamente conectados, não é necessário que o pessoal do teste use luvas de borracha. No entanto, alguns usuários exigem o uso de luvas de borracha como procedimento de segurança de rotina, não apenas ao fazer as conexões com os terminais de alta tensão, mas também ao manipular os controles. A Megger considera que essa prática de segurança é excelente.

O usuário do equipamento deve observar que descargas de alta tensão e outras fontes fortes de campo elétrico ou magnético podem interferir com o funcionamento adequado de marca-passos cardíacos. Indivíduos com marca-passos devem obter conselho especializado sobre os possíveis riscos antes de operar este equipamento ou de permanecer junto ao equipamento durante a operação.

Avisos e Alertas

Os alertas e avisos aplicáveis são indicados ao longo deste manual e devem ser estritamente seguidos.

3

CONTROLES e CONECTORES

Panorama Geral

O TTR25 é um aparelho simples e direto com poucas teclas e controles. Os únicos menus que possui são para a impressão e a seleção do idioma.

Contraste Este controle ajusta a resolução de exibição da tela.

Luz de fundo Quando esta tecla é pressionada, a luz de fundo acende ou apaga. Permanece acesa por até três minutos sem atividades.

Tecla Ligar Pressione este interruptor para girar sobre TTR25.

Tecla Desligar Pressione este interruptor para desligar TTR25.

TELA A tela de cristal líquido exibe os menus e informações do teste.

TECLADO Teclado de 4 teclas para selecionar os menus e navegar pelas várias telas.

Figura 3-1 Painel de Controle e Tela do TTR25

Conectores

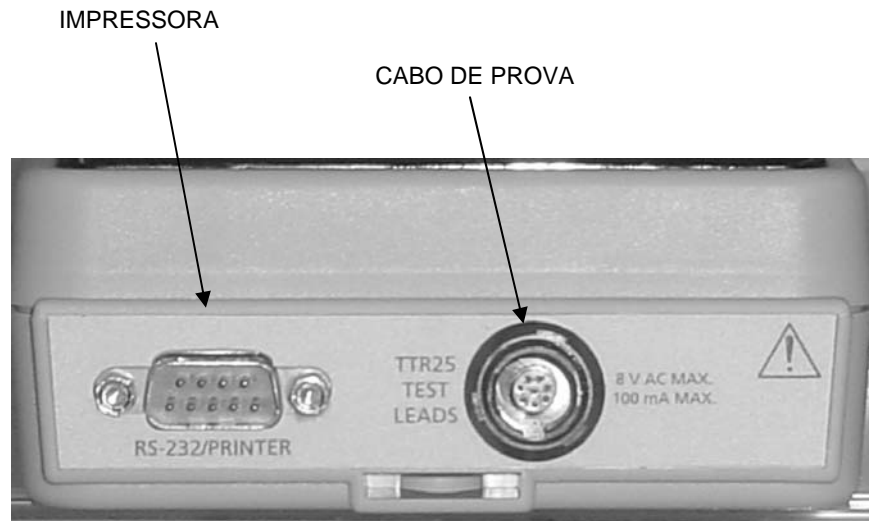



Figura 3-2 Painel Superior de Conectores do TTR25

CABO DE PROVA Entrada para a conexão de fios de prova aos enrolamentos alta tensão (H) e baixa tensão (X) do transformador. O plugue e a entrada possuem chavetas para evitar a inserção incorreta do cabo e garantir o uso do cabo correto.

IMPRESSORA/RS-232 Conector macho DB-9 para a conexão de uma impressora ou para transferir os dados para um PC em tempo real (utilizando um Hiperterminal).

4

INSTALAÇÕES, CONEXÕES E OPERAÇÃO

Instruções Gerais

Ao testar transformadores de alta tensão, deve-se sempre tomar cuidado e seguir todas as precauções de segurança. Leia e entenda todas as informações de segurança contidas na Seção 2, Segurança.

ALERTA

Assegure-se de que o transformador a ser testado esteja completamente desenergizado. Verifique cada enrolamento. Assegure-se de que todos os terminais do transformador estejam desconectados da linha ou carga no transformador. Em alguns transformadores, as conexões de aterramento podem permanecer conectadas.

Nunca troque as conexões entre os terminais de alta e baixa tensão do transformador. A realização de conexões incorretas acarretará risco à segurança, podendo resultar em danos ao equipamento de teste ou ao transformador.

Verifique que a ponta de prova conectada esteja rotulada para operar com o equipamento de teste TTR25.

O TTR25 foi projetado para testar diversos transformadores, tais como: monofásicos, trifásicos (uma fase por vez), transformadores de corrente, transformadores de potencial e reguladores de tensão.

Não exponha o equipamento de teste TTR25 a temperaturas abaixo de -20 ^{0}C ou acima de 55 ^{0}C por mais de 2 horas. Tais condições diminuirão a vida útil das baterias.

Ao armazenar o TTR25 a temperaturas abaixo de -20 ^{0}C ou acima de 55 ^{0}C, retire as baterias. *Consulte mais detalhes em Substituição da Bateria.*

Transformadores

As instruções de instalação e conexão relacionadas a relação, polaridade e relação entre fases pressupõem que o transformador em teste, as conexões e as marcações de terminais estejam em conformidade com as exigências do ANSI C57.12.70-1978, *Marcações de Terminais e Conexões para Transformadores de Distribuição e Força das Normas Nacionais dos EUA*. As pontas de alta tensão (H) dos cabos de prova são as pontas de excitação.

O TTR25 pode fornecer uma corrente de excitação de até 100 mA. O TTR25 seleciona automaticamente a tensão de teste adequada (8 V, 1,5 V, ou 0,5 V) ao testar transformadores.

Transformadores Monofásicos com Dois Enrolamentos

Realize o seguinte procedimento de conexão em transformadores monofásicos com dois enrolamentos:

1. Conecte as pontas dos fios de prova à entrada de CABO DE PROVA do equipamento de teste TTR25. Assegure-se de que o conector esteja completamente encaixado na entrada.

2. Conecte as braçadeiras dos fios de prova com as marcas H1 e H2 aos terminais correspondentes (enrolamento de alta tensão) do transformador em teste.

3. Conecte as braçadeiras dos fios de prova com as marcas X1 e X2 aos terminais correspondentes (enrolamento de baixa tensão) do transformador em teste. As Figuras 4-1 e 4-2 apresentam as conexões para testar transformadores monofásicos. As Figuras 4-3 e 4-4 apresentam as conexões para testar reguladores de tensão.

OBSERVAÇÃO:	Quando os enrolamentos estão corretamente conectados, a polaridade esperada é normal (o sinal “+” aparece no início do resultado do teste de relação de espiras). Se o sinal for "-", verifique as conexões das pontas de prova.

Transformadores de Distribuição com Dois Enrolamentos Secundários

O TTR25 pode testar as relações de espiras dos enrolamentos secundários de transformadores de distribuição (um por vez). Realize o seguinte procedimento de conexão em transformadores de distribuição monofásicos com dois enrolamentos secundários:

1. Conecte as pontas dos fios de prova à entrada de CABO DE PROVA do equipamento de teste TTR25. Assegure-se de que o conector esteja completamente encaixado na entrada.

2. Conecte as braçadeiras dos fios de prova com as marcas H1 e H2 aos terminais correspondentes (enrolamento de alta tensão) do transformador em teste.

3. Ao testar o enrolamento X1-X2, conecte as braçadeiras dos fios de prova com as marcas X1 e X2 respectivamente aos terminais X1 e X2 do transformador em teste. A polaridade esperada nos enrolamentos é normal (o sinal “+” aparece no início do resultado do teste de relação de espiras). *Vide Figura 4-5.*

4. Ao testar o enrolamento X3-X2, conecte a braçadeira X1 ao terminal X3 do transformador e a braçadeira X2 ao terminal X2 do transformador. A polaridade esperada nos enrolamentos é invertida (o sinal “-” aparece no início do resultado do teste de relação de espiras). *Vide Figura 4-6.*

5. Ao testar o enrolamento secundário completo (X1 – X3), conecte a braçadeira X1 ao terminal X1 terminal e a braçadeira X2 ao terminal X3. Retire a conexão de aterramento ao terminal X2 do transformador antes de começar o teste. A polaridade esperada nos enrolamentos é normal (o sinal “+” aparece no início do resultado do teste de relação de espiras). *Vide Figura 4-7.*

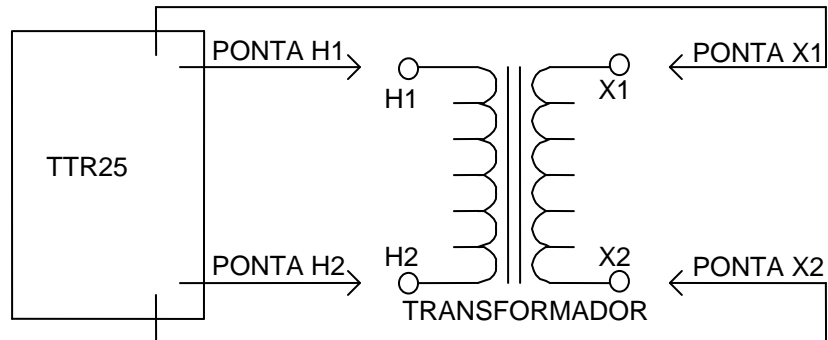



Figura 4-1 Conexões para Testar Transformadores Monofásicos

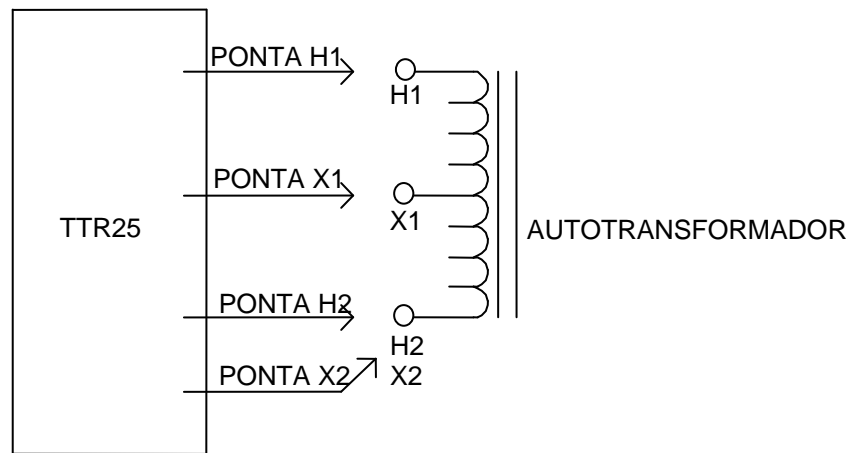



Figura 4-2 Conexões para Testar Autotransformadores Monofásicos

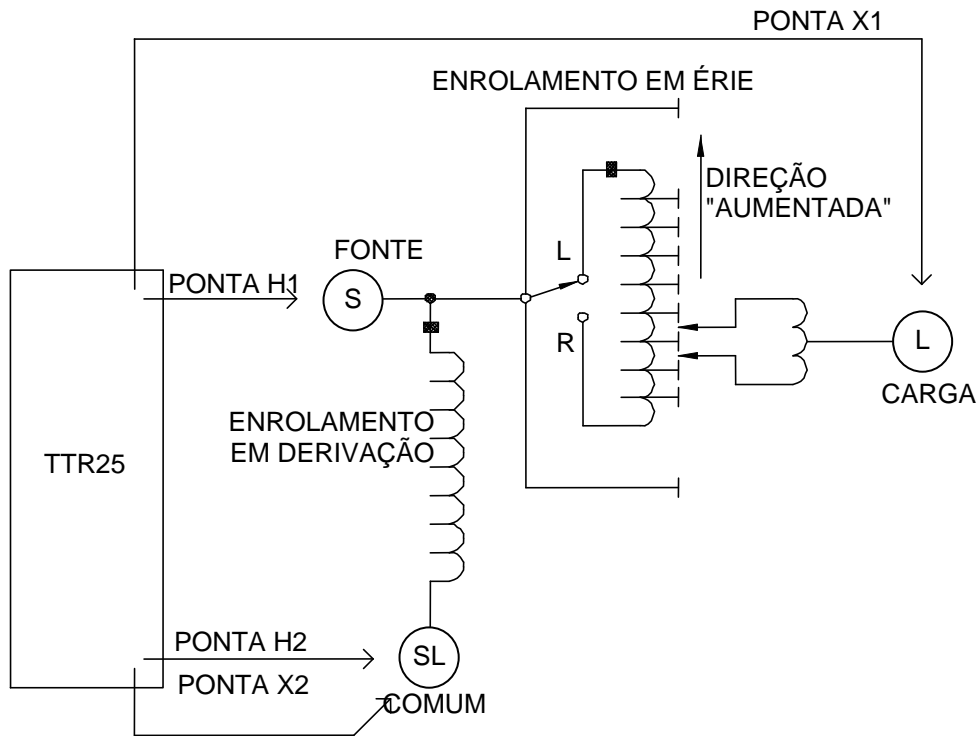



Figura 4-3 Conexões para Testar Reguladores Elevadores de Tensão Monofásicos Tipo A (Modelo Direto)

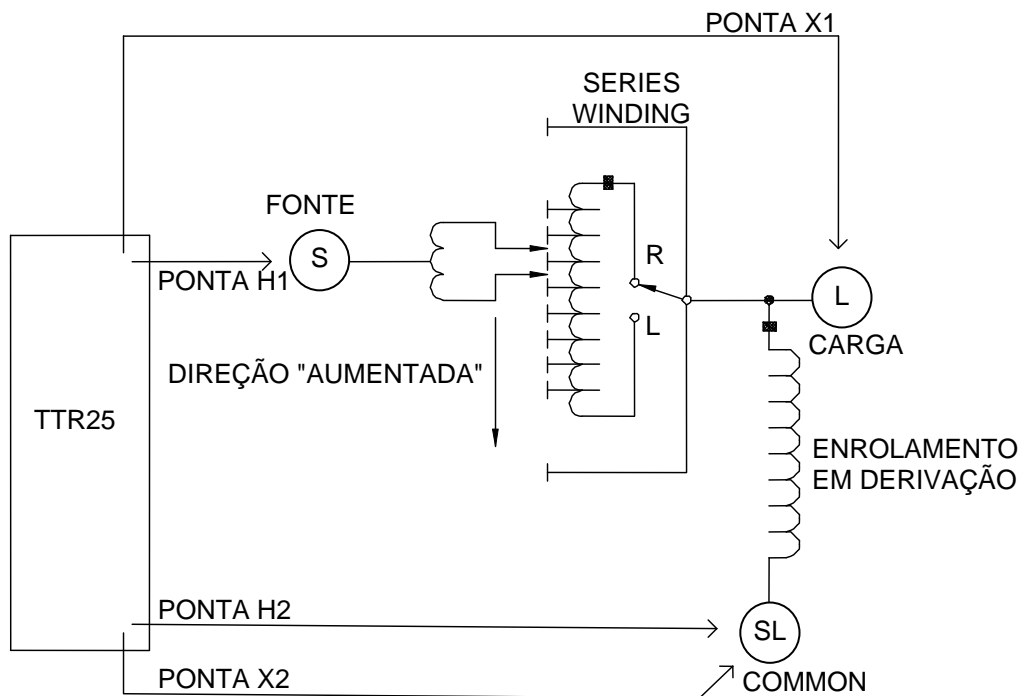



Figura 4-4 Conexões para Testar Reguladores Elevadores de Tensão Monofásicos Tipo B (Modelo Invertido)

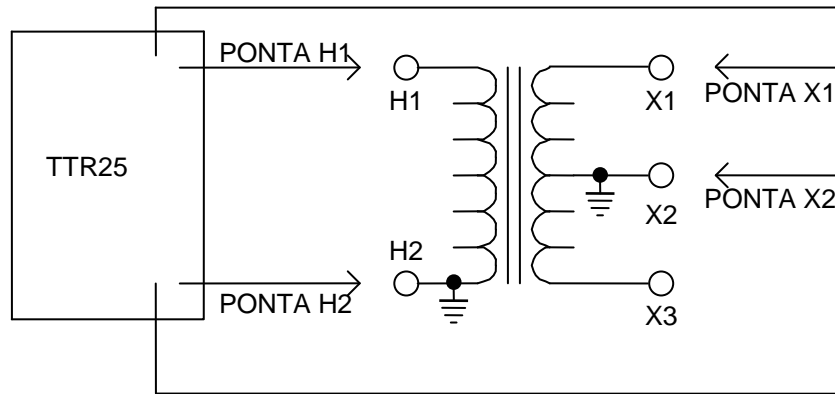



Figura 4-5 Conexões para Testar o Enrolamento X1 – X2 de Transformadores de Distribuição (H2 e X2 Aterradas)

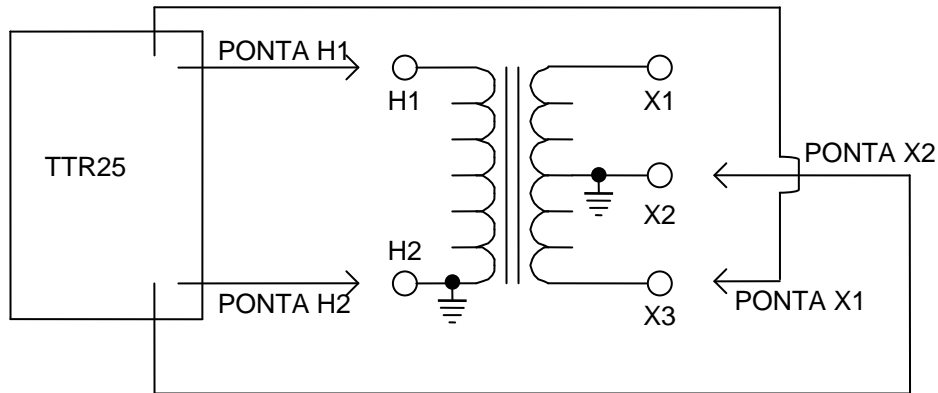



Figura 4-6 Conexões para Testar o Enrolamento X3 – X2 de Transformadores de Distribuição (H2 e X2 Aterradas)

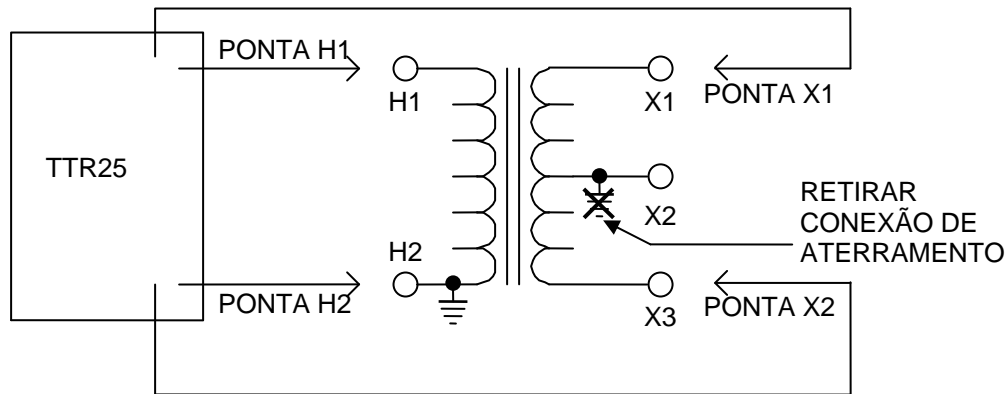



Figura 4-7 Conexões para Testar o Enrolamento X1 – X3 de Transformadores de Distribuição

Transformadores Trifásicos com Dois Enrolamentos

Realize o seguinte procedimento de conexão em transformadores trifásicos com dois enrolamentos:

1. Conecte os cabos de prova ao equipamento de teste.

2. Conecte as braçadeiras dos fios de prova com as marcas H1 e H2 aos terminais da fase em teste (enrolamento de alta tensão) do transformador em teste.

3. Conecte as braçadeiras dos fios de prova com as marcas X1 e X2 aos terminais da fase em teste (enrolamento de baixa tensão) do transformador em teste.

AVISO

Nunca troque as conexões entre os terminais de alta e baixa tensão do transformador. A realização de conexões incorretas acarretará risco à segurança, podendo resultar em danos ao equipamento de teste ou ao transformador.

Os terminais não utilizados H0 e X0 do transformador devem ser mantidos afastados da terra e do pessoal porque podem ser energizados durante o teste.

Com enrolamentos conectados em estrela, geralmente há uma conexão neutra disponível.

Observação:	De acordo com o padrão australiano, as conexões em triângulo e estrela do enrolamento de transformadores possuem o sufixo numérico 1 e 2. Os transformadores em ziguezague possuem o sufixo numérico 4. Consulte a Tabela C-4 no Anexo C.

Transformadores Trifásicos com Três Enrolamentos

Este tipo de transformador possui enrolamentos primário, secundário e terciário. Os enrolamentos primário e secundário são testados como os transformadores trifásicos normais com dois enrolamentos. Para testar o enrolamento terciário, realize o seguinte procedimento de conexão:

1. Conecte os cabos de prova ao equipamento de teste.

2. Conecte as braçadeiras dos fios de prova com as marcas H1 e H2 aos terminais da fase em teste (enrolamento de alta tensão) do transformador em teste.

3. Conecte as braçadeiras dos fios de prova com as marcas X1 e X2 aos terminais correspondentes da fase terciária em teste (enrolamento de baixa tensão - Y1 e Y2) do transformador em teste.

AVISO

Nunca troque as conexões entre os terminais de alta e baixa tensão do transformador. A realização de conexões incorretas acarretará risco à segurança, podendo resultar em danos ao equipamento de teste ou ao transformador.

Com enrolamentos conectados em estrela, geralmente há uma conexão neutra disponível.

Transformadores de Corrente

As conexões de transformadores de corrente são realizadas ao contrário em comparação aos transformadores de força, distribuição ou potencial. Os terminais de alta tensão (H) dos fios de prova devem ser conectados aos terminais de baixa tensão (X) do transformador de corrente e os terminais X dos fios de prova devem ser conectados aos terminais H do transformador de corrente.

OBSERVAÇÃO: Os pontos na carcaça do transformador são geralmente usados para identificar terminais com a mesma polaridade.

ALERTA

A realização de conexões incorretas acarretará risco à segurança, podendo resultar em danos ao equipamento de teste ou ao transformador de corrente. A não observância da tensão nominal do enrolamento de baixa corrente (X) pode causar danos ao transformador de corrente.

OBSERVAÇÕES:

1. O TTR25 pode fornecer uma corrente de excitação de até 100 mA. O TTR25 seleciona automaticamente a tensão de teste adequada (8 V, 1,5 V, ou 0,5 V) ao testar transformadores de corrente. Alguns transformadores de corrente com relação de espiras de 50:5 ou menos podem necessitar uma corrente de excitação de mais de 100 mA quando excitados pela fonte de 0,5 V. Tais transformadores de corrente não podem ser testados pelo TTR25.
2. A polaridade esperada nos enrolamentos é normal (o sinal “+” aparece no início do resultado do teste de relação de espiras).

Transformadores de Corrente Não Montados

OBSERVAÇÃO: Os diagramas de conexão apresentados são fornecidos como guias de conexão e não sugerem a localização física das buchas/terminais do dispositivo em teste.

A Figura 4-8 apresenta a conexão para testar transformadores de corrente não montados.
A Figura 4-9 apresenta a conexão para testar derivações em transformadores de corrente com várias derivações.

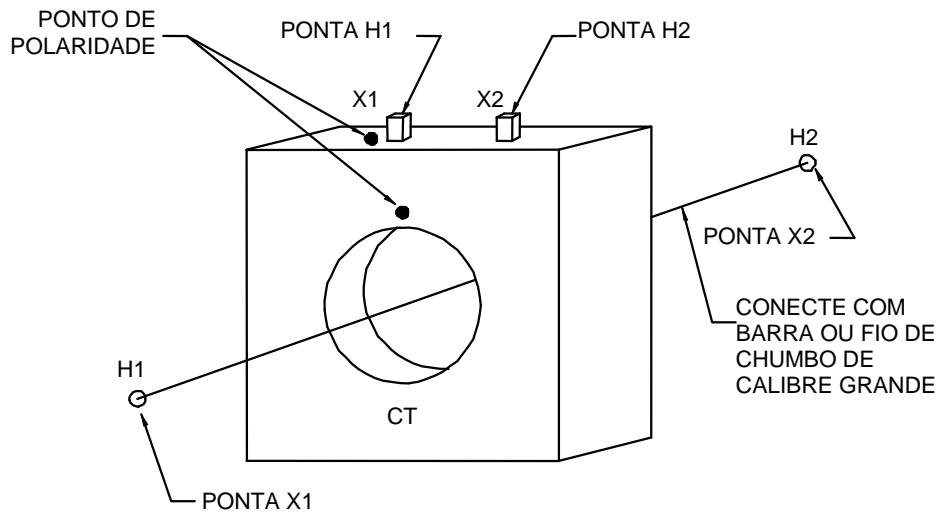



Figura 4-8 Conexões para Testar Transformadores de Corrente Não Montados

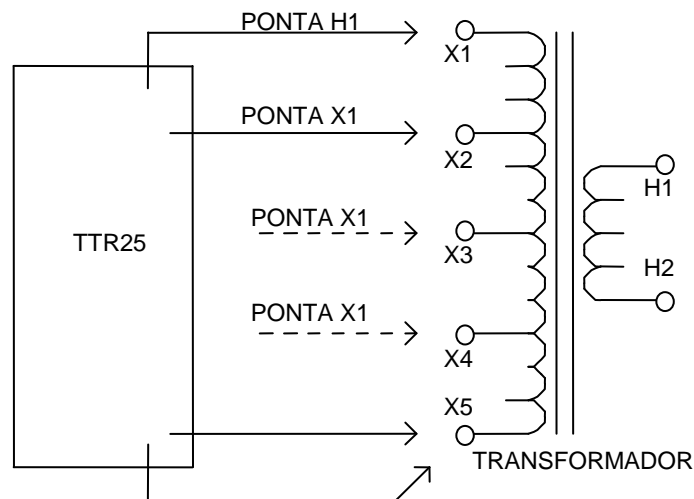



Figura 4-9 Conexões para Testar Derivações em Transformadores de Corrente com Várias Derivações

Transformadores de Corrente tipo Bucha Montados em Transformadores Monofásicos com Dois Enrolamentos

Pode-se realizar um teste de relação de espiras em um Transformador de Corrente tipo Bucha (BCT) após a sua montagem em uma bucha de entrada de transformador de força ou disjuntor. O teste pode ser realizado sem retirar o transformador de corrente tipo bucha do equipamento. Conecte o TTR25 ao transformador de corrente tipo bucha conforme ilustrado na Figura 4-10.

OBSERVAÇÕES:

1. A polaridade esperada nos enrolamentos é normal (o sinal “+” aparece no início do resultado do teste de relação de espiras).

2. O TTR25 não é fornecido com uma ponta de prova de jumper.

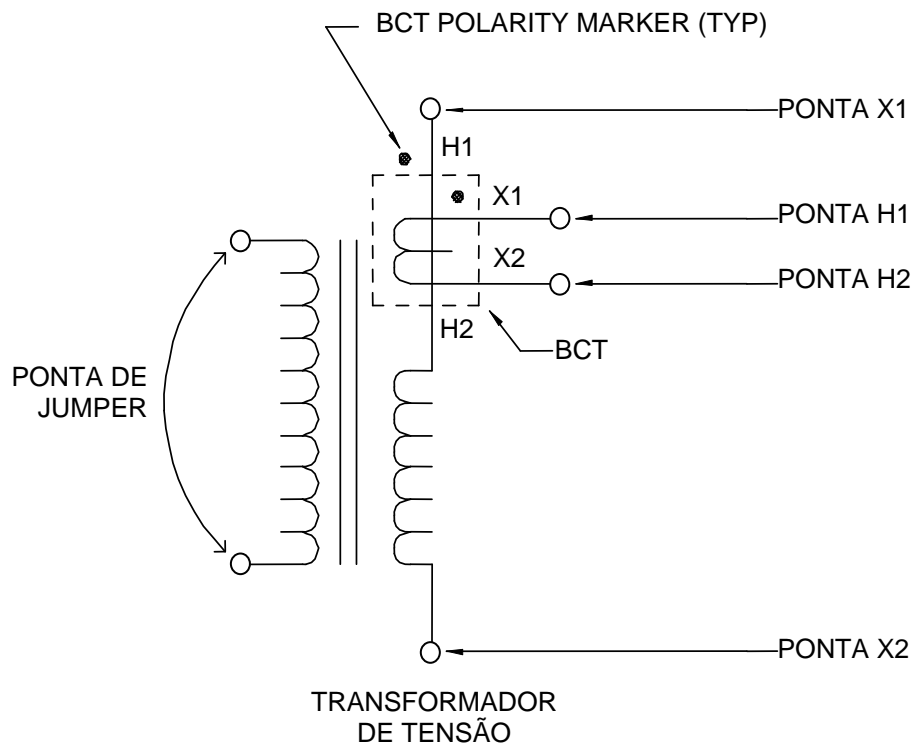



Figura 4-10 Conexões para Testar Transformadores de Corrente tipo Bucha Montados em Transformadores Monofásicos com Dois Enrolamentos

Procedimento Geral de Operação

Não proceda antes de ler e entender completamente a Seção 2 - Segurança, e de conectar o equipamento de teste de acordo com a descrição. Operadores já familiarizados com o conteúdo deste manual, as conexões para o teste e a operação do equipamento de teste podem seguir as instruções de operação resumidas fornecidas com o equipamento de teste.

PARADA DE EMERGÊNCIA
(Retirada da Tensão de Teste do dispositivo em teste)

Pressione a TECLA VERMELHA do teclado para finalizar o teste.

Descrição dos Menus e Telas de Teste

Os dados apresentados nos menus e telas de teste das Figuras 4-1 a 4-4 possuem apenas fins ilustrativos. Os menus e telas de teste do TTR25 são comandados pelo teclado. Quando o equipamento de teste é ligado, ele realiza um auto-teste de verificação e inicializa todas as variáveis de hardware e software.

Tela de Abertura

A tela de cristal líquido exibe a tela de abertura (Figura 4-11) enquanto o equipamento de teste realiza o diagnóstico de auto-verificação dos componentes eletrônicos.

MEGGER

TRANSFORMADOR
EQUIP. TEST RELTRANSF
TTR25
VERSAO: 1.02

AUTO-TEST EM CURSO

COPYRIGHT 2007

DIREITOS RESERVADOSMEGGER

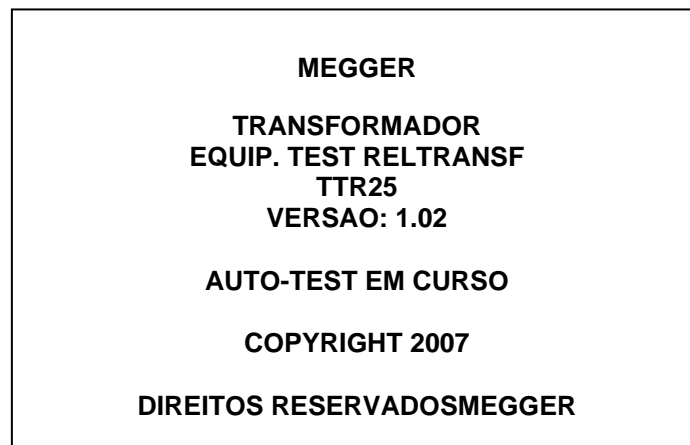



Figura 4-11 Tela de Abertura do TTR25

Se algum erro for detectado durante o auto-teste de ativação do equipamento, a tela exibirá uma das mensagens de erro listadas na seção MENSAGENS DE ERRO.

Se nenhum erro for detectado, uma tela indicando o nível de carga da bateria em % da carga completa será exibida por 3 segundos. Se o nível da bateria estiver acima de 10%, a tela exibirá INICIAR TESTE (Figura 4-12).

Se o nível da bateria estiver abaixo de 10%, a tela exibirá durante 3 segundos a mensagem "NÍVEL DA BATERIA: BAIXO, APROX 1H OPERAÇÃO RESTANTE…". O usuário poderá continuar testando transformadores. A capacidade de bateria restante é suficiente para aproximadamente uma hora de funcionamento.

Se o nível da bateria estiver abaixo de 5%, a tela exibirá a mensagem "SUBSTITUIR BATERIA! A UNIDADE DESLIGARÁ". O TTR25 desligará em 10 segundos. Substitua as baterias (seis baterias alcalinas substituível tamanho AA) antes de começar a utilizar o TTR25 novamente.

Tela Iniciar Teste

Após a finalização do auto-teste de verificação com sucesso, aparece a tela INICIAR TESTE (Figura 4-12).

-- CONECT. PONTA PROVA
AO TRANSFORMADOR,
-- ◊ INICIAR TEST

↵ PARA MUDAR IDIOMA

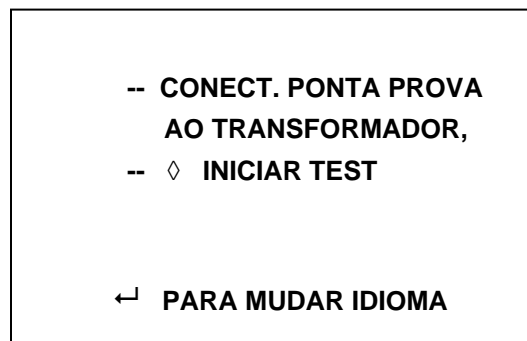



Figura 4-12 Tela Iniciar Teste

Apertando-se a tecla ↵ pode-se escolher entre seis idiomas: inglês, francês, espanhol, português, alemão e italiano. Além disso, ao selecionar português, o cliente pode escolher a versão portuguesa ou brasileira.

Quando ◊ é pressionado no teclado, o teste começa e aparece a tela TESTE EM CURSO (Figura 4-13).

Tela Teste em Curso

A Figura 4-13 apresenta a tela TESTE EM CURSO.

TESTE EM CURSO...

USE BOTAO VERMELHO
DE PARADA EMERGENCIA
TEST IN PROGRESS…

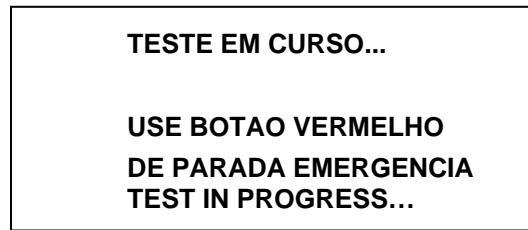



Figura 4-13 Tela Teste em Curso

Se alguma situação anormal for detectada quando o equipamento for ligado, a tela exibirá uma das mensagens de erro listadas na seção MENSAGENS DE ERRO.

Em caso de emergência, pressione a tecla vermelha do teclado para desligar o TTR25. Depois que a situação de emergência passar, ligue o TTR25 (tecla verde) para iniciar a operação.

Tela Resultados do Teste

Quando o teste termina, aparece a tela RESULTADOS DO TESTE (Figura 4-14).

RESULTADOS TESTE

TENSAO DE TESTE: 1.5 V
REL. TRANSF.: +12.735
EXC. CORRENTE: 34 µA
IMPR.:"↵" DATO ▼ ENCAB
" ◊ "PARA NOVO TESTE

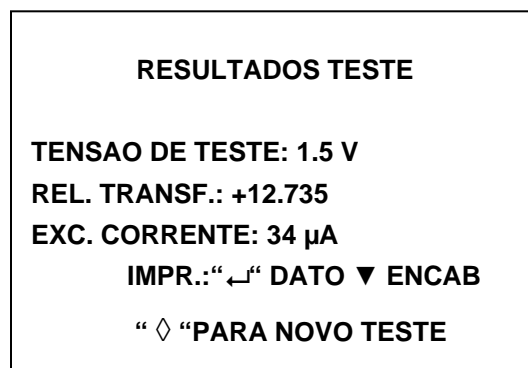



Figura 4-14 Tela Resultados do Teste

A tela RESULTADOS DO TESTE exibe a tensão de teste utilizada para o teste, a relação de espiras medida, a polaridade do enrolamento ("+" para polaridade em fase ou normal e "-" para polaridade fora de fase ou invertida) e a corrente de excitação no enrolamento.

A partir desta tela, os resultados do teste podem ser impressos com uma impressora opcional conectada à porta de IMPRESSORA/RS232 do TTR25.

Para repetir o teste ou iniciar um novo teste, pressione a tecla ◊ do teclado.

Uso com a Impressora Opcional

Ao utilizar a impressora opcional, conecte o cabo de impressora fornecido à entrada de IMPRESSORA/RS232 do equipamento de teste TTR25 e ligue-a. Um manual separado acompanha a impressora. Consulte-o para obter informações específicas sobre como conectar, operar e manter a impressora.

NOTA:	O TTR25 deve ser ligado antes de ser ligada a impressora. Se a impressora estiver acoplada e ligada antes, aparecerá um ecrã em branco. Neste caso, desligue o TTR e a impressora. Depois lugue primeiro o TTR25.

Premindo ↵depois, o primeiro teste terá um título e os dados no documento impresso. De cada vez que se pressiona subsequentemente a tecla enter, serão impressos somente os resultados (dados). Se for necessário um novo título, ao ser pressionado ▼ imprimirá um novo título. Depois será necessário premir novamente enter para imprimir os dados que estão presentemente no ecrã. A impressão de títulos e dados poderá ser repetida quantas vezes forem necessárias.

As informações do cabeçalho e os resultados do teste podem ser impressos a partir da tela resultados do teste.

MEGGER
TESTADOR REL. TRANSF. TRAFO
CATALOGO NO. TTR25

ID TRANSFORMADOR:

N/S TTR:

COMENTARIOS/OBS:

RESULTADOS TESTE

TENSAO DE TESTE: 8.0 V
REL. TRANSF.: +69.966
EXC.CORRENTE: 96.4µA

TEST RESULTS

TENSAO DE TESTE: 8.0 V
REL. TRANSF.: +79.966
EXC.CORRENTE:: 94.4µA

Figura 4-15 Exemplo de Relatório de Teste

Configurações

Para imprimir uma cópia das configurações de impressora existentes:

Mantendo pressionada a tecla "On-Line", ligue a impressora. A lista a seguir será impressa (as configurações apresentadas são os padrões de fábrica).

```
[ DIP SW setting mode ]

Dip SW-1
   1 (OFF) : Input = Serial
   2 (ON ) : Printing Speed = High
   3 (OFF) : Auto Loading = OFF
   4 (OFF) : Auto LF = OFF
   5 (OFF) : Setting Command = Disable
   6 (OFF) : Printing
   7 (ON ) :   Density
   8 (ON ) :   = 100 %
Dip SW-2
   1 (ON ) : Printing Columns = 40
   2 (OFF) : User Font Back-up = OFF
   3 (ON ) : Character Select = Normal
   4 (OFF) : Zero = Slash
   5 (ON ) : International
   6 (ON ) :   Character
   7 (ON ) :   Set
   8 (OFF) :   = U.S.A.
Dip SW-3
   1 (ON ) : Data Length = 8 bits
   2 (ON ) : Parity Setting = No
   3 (ON ) : Parity Condition = Odd
   4 (ON ) : Busy Control = H/W Busy
   5 (OFF) : Baud
   6 (ON ) :   Rate
   7 (ON ) :   Select
   8 (OFF) :   = 19200 bps


Continue ? : Push 'On-line SW'
Write ?    : Push 'Paper feed SW'

DIP SW setting complete !!
```

Figura 4-16   Impressão das Configurações da Impressora

Se desejar deixar as configurações como estão, pressione a tecla "ALIMENTAR".

Se precisar alterar alguma configuração, pressione a tecla "ON-LINE" para entrar no modo de reconfiguração. Para cada grupo de interruptores, pressione a tecla "ALIMENTAR" se todas as configurações estiverem corretas. Pressione a tecla "ON-LINE" se necessitar alterar alguma configuração. Em uma configuração particular, pressione a tecla "ALIMENTAR" se estiver correta e pressione "ON-LINE" para alterá-la.

Para alterar a língua da impressora, consulte a página 18 do *Manual da Impressora*.

Configuração do Hiperterminal

A configuração do Hiperterminal é a seguinte:

Baud:	19.200
Bits de Dados:	8
Paridade:	Nenhuma
Bits de Final:	1
Controle de Fluxo:	Nenhum

5

MANUTENÇÃO E RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS

Manutenção

A manutenção deve ser realizada apenas por pessoal qualificado, familiarizado com os riscos envolvidos em equipamentos de teste de alta tensão. Leia e entenda a Seção 2 - Segurança, antes de realizar qualquer trabalho de manutenção.

O equipamento de teste TTR25 é resistente e não requer manutenção periódica. Os equipamentos de teste TTR só requerem manutenção de rotina. Inspecione os conjuntos de cabos de vez em quando para assegurar-se de que estejam em bom estado.

A aparência do equipamento de teste TTR pode ser mantida eventualmente limpando-se o gabinete, painel e conjuntos de cabos. Limpe o exterior do estojo para transporte com água e detergente. Seque-o com um pano seco e limpo. Limpe o painel de controle com um pano umedecido com detergente e água. Não deixe a água entrar nos orifícios do painel, o que poderia provocar danos aos componentes internos. Pode-se utilizar um limpador multiuso doméstico em spray para limpar o painel. Para secar use um pano seco suave, com cuidado para não arranhar a tela. Limpe os cabos e as entradas correspondentes do painel aplicando álcool isopropílico ou desnaturado com um pano limpo.

Verificação da Calibração

Deve-se realizar uma verificação completa do desempenho e da calibração pelo menos uma vez por ano, o que garante o funcionamento e a calibração adequada do equipamento de teste TTR25 em todo a sua faixa de medição. Todas as unidades novas ou consertadas do TTR25A são calibradas antes de ser enviadas ao cliente. Há um procedimento especial de calibração final do TTR25 que requer o uso de um equipamento de teste rastreável do NIST. Como resultado desse procedimento de calibração, cada TTR25 pode receber o certificado do NIST.

Para verificar a calibração do TTR25 nas oficinas do cliente ou no campo, deve-se utilizar a Norma de Calibração Cat. No550055 da Megger ou outro padrão

equivalente. Para realizar uma verificação rápida e simplificada da calibração, pode-se utilizar a Norma de Calibração Cat. No550055. Essa norma possui onze configurações comutáveis de relação de espiras cobrindo relações de espiras entre 1:1 e 2000:1. Com essas Normas de Calibração a calibração adequada do TTR25 será confirmada.

Teste de Funcionamento do TTR25

O cliente pode querer garantir o funcionamento adequado do equipamento de teste antes de testar um transformador. Tradicionalmente, o cliente realizava esse teste em testadores de relações de espiras de transformadores conectando os fios de prova H1-X1 e H2-X2. Esperava-se a medição de uma relação de espiras de 1:1. Além disso, os resultados de teste exibidos eram interpretados como uma verificação da calibração do equipamento de teste.

O equipamento de teste TTR25 foi projetado e otimizado para testar a relação de espiras de transformadores. Utiliza uma técnica analógico-digital mista que proporciona leituras precisas da relação de espiras do transformador testado. A abordagem de medição do equipamento de teste baseia-se nos circuitos de monitoração de alta impedância de tensão de entrada e saída do transformador. A alta impedância dos circuitos de monitoração é otimizada para testar com precisão a relação de espiras de transformadores.

Ao realizar um teste de funcionamento do TTR25, os fios de prova de alta tensão (H) e baixa tensão (X) interconectam os circuitos de monitoração de entrada e saída sem a conexão a um transformador. Tal conexão provoca um desequilíbrio de impedância. O resultado desse desequilíbrio é que a leitura da relação de espiras exibida não é exatamente 1:1 como seria esperado. O cliente deve lembrar que um teste de funcionamento não é um teste real de relação de espiras de um transformador. Devido ao desequilíbrio de impedância intrínseco e inevitável, as leituras do teste de funcionamento do TTR25 podem variar de 0,9980 a 1,0020. As leituras do teste de funcionamento do TTR25 não representam a calibração do TTR25. Simplesmente mostram que o conjunto de circuitos do equipamento de teste TTR25 está funcionando corretamente. Para verificar a calibração do TTR25, o cliente deve usar as Normas de Calibração mencionadas na seção CALIBRAÇÃO deste manual.

Para realizar o teste de funcionamento do TTR25, proceda da seguinte forma:

1. Ligue o TTR25 (tecla verde do teclado).
2. Conecte a ponta H1 à ponta X1 e a ponta H2 à ponta X2.
3. Depois que o auto-teste terminar e a tela de início aparecer, pressione ◊ para começar o teste.

OBSERVAÇÃO: **Este teste não é uma verificação da razão de calibração 1:1** devido às diferentes impedâncias entre o conjunto de circuitos do lado H do instrumento e o conjunto de circuitos do lado X.

ALERTA

Mantenha as pontas de prova, que estão energizadas, afastadas da terra e do pessoal.

4. A leitura de relação de espiras apresentada na tela de resultados do teste deve estar entre +0,9980 e +1,0020.

Substituição da Bateria

O equipamento de teste TTR25 é alimentado por seis baterias alcalinas substituível tamanho AA. Há um porta-baterias (contendo seis baterias) instalado no compartimento de baterias localizado na parte traseira da carcaça do aparelho. Dois parafusos fixam a porta do compartimento à carcaça.

Para substituir as baterias, proceda da seguinte forma:

1. Retire a porta do compartimento de baterias.
2. Levante o porta-baterias do compartimento. Desconecte a faixa de baterias.
3. Substitua as seis baterias por baterias novas. Utilize apenas baterias alcalinas substituível tamanho AA. Respeite a polaridade correta das baterias. O terminal negativo da bateria (parte inferior achatada da bateria) deve ser colocado contra a mola do porta-baterias. As baterias devem ser instaladas em série. Consulte a polaridade correta e a posição certa de instalação das baterias no porta-baterias.
4. Conecte a faixa de baterias novamente ao porta-baterias. Instale o porta-baterias no compartimento.
5. Recoloque a porta do compartimento de baterias e fixe-a com os parafusos.
6. Ligue o TTR25. A tela de abertura deve aparecer e em seguida a tela de nível da bateria. O nível exibido para as baterias depende de vários fatores, inclusive o tipo de bateria instalado, a data de fabricação da bateria, as condições de armazenamento da bateria, etc. Em média, o nível exibido para baterias novas deve estar acima de 80 %.

OBSERVAÇÃO: O TTR25 é fornecido com baterias de Titânio de alta capacidade (3135 mAh). O tempo de funcionamento especificado de 12 horas baseia-se na utilização dessas baterias de alta capacidade ou equivalentes.

Resolução de Problemas

O Guia de Resolução de Problemas - Tabela 5-1 foi organizado para ajudar a avaliar os motivos de falhas de funcionamento do equipamento de teste TTR25. A tabela lista possíveis falhas de funcionamento do equipamento de teste TTR25 que podem ocorrer durante a operação e indica suas possíveis causas. Não se deve tentar realizar consertos no circuito eletrônico em campo. Consulte a seção ASSISTÊNCIA TÉCNICA. Consulte a lista de peças de reposição no Anexo B.

Tabela 5-1 Guia de Resolução de Problemas

FALHA DE FUNCIONAMENTO	**POSSÍVEL CAUSA**
A tela continua em branco depois que o aparelho é ligado.	Bateria descarregada. Controle de Contraste incorretamente ajustado. Defeito na tela ou nos componentes eletrônicos.
Qualquer mensagem de erro na tela.	Consulte a seção MENSAGENS DE ERRO.
Resultados de teste instáveis.	Defeito nas pontas de prova (circuito aberto, conexão ruim). Problema na amostra do teste (conexão ruim). Problema no circuito de medição do TTR25. Conexão incorreta das pontas de prova. Identificação incorreta do transformador. Defeito no transformador.
Não é possível imprimir quando conectado à impressora.	Impressora desligada. Bateria da impressora descarregada. Problema nos componentes eletrônicos da interface de impressão do TTR25. O cabo da impressora está com defeito ou é um cabo modem nulo.

Mensagens de Erro

As mensagens de erro do TTR25 dividem-se em 3 categorias: mensagens de erro do auto-teste, mensagens de erro de teste e outras mensagens de erro.

As mensagens de erro do auto-teste podem aparecer na tela de abertura durante o procedimento de auto-teste de ativação. A Tabela 5-2 abaixo contém as mensagens.

Tabela 5-2 Mensagens de Erro do Auto-Teste

Mensagem de Erro	Descrição do erro e ação necessária
UNIDADE SEM OPERAÇÃO	Uma das tensões da fonte de alimentação está muito baixa, ou o conversor A/D para o oscilador de referência não está funcionando. Entre em contato com a assistência técnica da fábrica.
SUBSTITUIR BATERIA! A UNIDADE DESLIGARÁ	A capacidade de bateria restante é inferior a 5%. A unidade desligará em 10 segundos. Substitua as seis baterias. Após a substituição das baterias, continue o teste.

As mensagens de erro de teste podem aparecer na tela durante o teste de um transformador. A Tabela 5-3 abaixo contém as mensagens.

Tabela 5-3 Mensagens de Erro de Teste

Mensagem de Erro	Descrição do erro e ação necessária
SUBSTITUIR BATERIA! A UNIDADE DESLIGARÁ	A capacidade de bateria restante é inferior a 5%. A unidade desligará em 10 segundos. Substitua as seis baterias. Após a substituição das baterias, continue o teste.
CORRENTE EXC. MUITO ALTA	A corrente de excitação está acima de 100 mA. Verifique se há alguma conexão incorreta dos cabos de teste ou algum curto nos enrolamentos do transformador.

Mensagem de Erro	Descrição do erro e ação necessária
VERIFICAR CONEXÕES	As pontas de prova não estão corretamente conectadas ao transformador. Conecte corretamente as pontas de prova. A ponta (ou pontas) de prova está aberta. Entre em contato com a assistência técnica da fábrica. O enrolamento (ou enrolamentos) do transformador está aberto. Resolva o problema antes de continuar o teste.
CONEXÕES INVERTIDAS	As conexões de ponta prova H e X estão invertidas. Conecte corretamente as pontas de prova H e X.
RELAÇÃO DE ESPIRAS >20.000	A relação de espiras testada supera 20.000:1, levando o teste a parar. Verifique se há alguma conexão de ponta de prova com problemas ou aberta. O enrolamento (ou enrolamentos) do transformador está aberto. Resolva o problema antes de continuar o teste.
RELAÇÃO DE ESPIRAS <0,8	A relação de espiras testada é inferior a 0.8:1, levando o teste a parar. Verifique se há alguma conexão de ponta de prova com problemas ou em curto. Uma espira (ou espiras) do enrolamento do transformador está em curto. Resolva o problema antes de continuar o teste.
UNIDADE NÃO CALIBRADA	A relação de espiras testada não está calibrada. Entre em contato com a fábrica para saber os possíveis problemas.

As outras mensagens de erro podem aparecer na tela durante as funções de impressão. A Tabela 5-4 abaixo contém as mensagens.

Tabela 5-4 Outras Mensagens

Mensagem de Erro	Descrição do erro e ação necessária
ERRO AO IMPRIMIR	Houve um erro ao imprimir um relatório. Tente novamente. *Consulte a Tabela 5.1.* Se não funcionar, entre em contato com a assistência técnica da fábrica.

Quando uma mensagem de erro aparecer na tela indicando uma situação de funcionamento anormal, repita a medição para verificar a situação antes de realizar qualquer ação corretiva. Além disso, consulte as falhas de funcionamento e suas possíveis causas na seção RESOLUÇÃO DE PROBLEMAS.

Um grande desvio na relação de espiras nominal ou uma mensagem anormal podem ser causados por conexões abertas, conexões erradas, enrolamentos abertos, enrolamentos em curto, enrolamentos com alta resistência, outros problemas de anormalidade no transformador, ou uma combinação de fatores. Condições de funcionamento anormais podem ser causadas por uma reatância de fuga anormal ou por um acoplamento capacitivo anormal nos enrolamentos do transformador.

Assistência Técnica

A Megger oferece todos os serviços de assistência técnica e calibração e recomenda que os clientes utilizem esses serviços em caso de falha no funcionamento do equipamento. Entre em contato com seu representante Megger para obter instruções e um número de autorização de devolução (RA – "*return authorization*"). Os equipamentos enviados para a assistência técnica devem ter o porte pré-pago e assegurado e devem estar endereçados ao *Repair Dept.* (Departamento de Assistência Técnica). Indique todas as informações pertinentes, incluindo os sintomas do problema e as tentativas de resolução. O número de catálogo e o número de série do equipamento de teste também devem ser especificados. Embale o equipamento de teste TTR, incluindo todos os cabos, em uma caixa de papelão (a caixa original, se disponível) devidamente preenchida com material de embalagem de acordo com as melhores práticas comerciais. Feche a caixa com fita à prova d'água.

Destinatário:

Megger
Attn: Repair Dept, RMA #
Valley Forge Corporate Center
2621 Van Buren Avenue
Norristown, PA 19403 USA

ou

Megger
Attn: Repair Dept, RMA #
Archcliffe Road
Dover CT 17 9EN
44(0) 1304-502-101

Anexo A

ESPECIFICAÇÕES

Elétricas

Tipo de Alimentação

Seis baterias alcalinas substituível tamanho AA.

12 horas de funcionamento contínuo no campo ao utilizar baterias novas Energizer® X91 ou equivalente (com capacidade média de 3135 mAh).

Grau de Poluição

O TTR25 foi projetado para um Grau de Poluição II.

Conformidade Reguladora

IEC 61010-1

Proteção Ambiental

Proteção contra poeira e chuva de acordo com IP54.

Tensão e Corrente de Saída de Teste

3 tensões de teste selecionadas automaticamente: 8V rms, 1,5V rms ou 0,5V rms.

Corrente de teste: até 100 mA.

Freqüência de Teste

55 Hz gerados internamente, proporcionando um equipamento de teste universal 50/60 Hz.

Carregamento do Transformador em Teste

Menos de 0,1 VA.

Faixas de Medição

Relação de espiras: 0,8:1 a 20.000:1, com resolução de 5 dígitos.

Corrente: 0 a 100 mA, com resolução de 4 dígitos.

Polaridade do Transformador: NORMAL (em fase) ou INVERTIDO (fora de fase).

Precisão

Relação de espiras: ±0,1% (0,8 a 2000)

±0,15% (2001 a 4000)

±0,25% (4001 a 10.000)

±0,50% (10.001 a 20.000)

Corrente (rms): ±(2% de leitura + 1 dígito)

Método de Medição

De acordo com a ANSI/IEEE C57.12.90.

Relação de Fases no Enrolamento do Transformador

ANSI C57.12.70-1978.

CEI/IEC 76-1:1993 e Publicação 616:1978.

AS-2374, Parte 4-1982 (Norma Australiana)

Tempo de Medição

4 segundos para o teste de relação de espiras, corrente de excitação e comutação de fase (polaridade).

Tela

Módulo de cristal líquido com ampla faixa de temperatura, 128 x 64 pontos, 8 linhas com 21 caracteres.

Interface

Porta de impressora:	Conector macho DB-9.
Cabo utilizado:	Cabo de extensão padrão RS232 fêmea-fêmea com conectores tipo D de 9 pinos (para conectar o TTR25 a um PC). O cabo não faz parte dos acessórios fornecidos. Cabo de modem nulo RS232 fêmea-macho com conectores tipo D de 9 pinos (para conectar uma impressora opcional em série). O cabo vem com a impressora opcional.
Taxa de troca de dados:	Até 57,6 Kbaud para a atualização do firmware no campo e 19,2 Kbaud para a impressão de relatórios de testes na impressora opcional em série.

Condições Ambientais

Faixa de temperatura de funcionamento:	-15° a 55 °C (5° a 130°F)
Faixa de temperatura de armazenamento:	-50° a 60 °C (-60° a 140°F)
Umidade relativa:	Até 90% sem condensação (funcionamento) 95% sem condensação (armazenamento)

Dados Físicos

Dimensões:	240 mm (alt.) x 115 mm (larg.) x 50 mm (prof.) (9,5” x 4,5” x 1,9”)
Peso:	
Equipamento de teste:	890 g (1,9 lb)
Com as pontas de prova	1,4 kg (3,1 lb)

Acessórios Opcionais

- Pacote de impressora térmica em série com alimentação a bateria/linha para 120 V CA (p/n 35755-1). O pacote inclui a impressora térmica, um pacote de baterias, um adaptador de CA e um cabo de interface.
- Pacote de impressora térmica em série com alimentação a bateria/linha para 230 V CA (p/n 35755-2). O pacote inclui a impressora térmica, um pacote de baterias, um adaptador de CA e um cabo de interface.
- Cabo de prova de 3,6 m (12 ft) blindado para trabalhos pesados com terminação em braçadeira para o teste de transformadores monofásicos (p/n 35942). As pontas de prova possuem marcas de acordo com as normas ANSI, IEC e australianas.
- Um rolo de papel de impressora adicional (p/n 26999).
- Adaptador USB-série (p/n 35871) para conectar a porta RS232 do TTR25 à porta USB de um PC. O adaptador é utilizado se o computador não possuir uma porta RS232.
- Bateria de reposição - seis são necessárias (p/n 35956).

Anexo B

LISTA DE INFORMAÇÕES PARA ENCOMENDAR PEÇAS DE REPOSIÇÃO

Informações de Encomenda

Item	**Código**
Equipamento de Teste de Relação de Espiras TTR25 para Transformador	TTR25
Acessórios incluídos	
Estojo de lona para transporte e bolsa de acessórios	55-20008
Bateria (seis baterias alcalinas substituível tamanho AA incluídas)	35956
Fio de prova do TTR25 de 1,8 m (6 ft)	35938
Manual de Instruções	AVTMTTR25
Acessórios Opcionais	
Pacote de impressora térmica em série com alimentação a bateria/linha para 120 V CA	35755-1
Pacote de impressora térmica em série com alimentação a bateria/linha para 230 V CA	35755-2
Cabo RS232 para conexão a um PC (para a atualização do firmware)	33147-18
Fio de prova do TTR25 de 3,6 m (12 ft)	35942
Fio de prova do TTR25 de 6 m (20 ft)	36013
Fio de prova do TTR25 de 10 m (33 ft)	36042
Estojo para transporte semi-rígido de tecido	35788

Item	Código
Bateria de reposição (seis são necessárias).	35956
Um rolo de papel de impressora adicional	26999
Adaptador USB-série	35871
Certificado de calibração	CERT-NIST

Peças de Reposição

Item	Código Megger
Porta do compartimento de baterias	55-20003
Controle de CONTRASTE	55-20004
Bateria de reposição (seis são necessárias)	35956
Fio de prova do TTR25 de 1,8 m (6 ft)	35938
Fio de prova do TTR25 de 3,6 m (12 ft)	35942
Fio de prova do TTR25 de 6 m (20 ft)	36013
Fio de prova do TTR25 de 10 m (33 ft)	36042
Um rolo de papel de impressora adicional	26999
Porta-baterias	EV22410-006

Anexo C

DIAGRAMAS DE CONEXÕES E TENSÃO DE VETORES

As Tabelas C-1 e C-2 apresentam os diagramas de enrolamentos de transformadores de força e distribuição, tanto padrão quanto não padrão, marcados de acordo com o padrão ANSI. A Tabela C-3 apresenta os diagramas de enrolamentos de transformadores de força marcados de acordo com o padrão CEI/IEC e a Tabela C-4 apresenta os diagramas de enrolamentos de transformadores de força marcados de acordo com o padrão australiano.

Para realizar uma medição com o equipamento de teste TTR25 em um transformador de força trifásico, faça a correspondência entre o diagrama de vetores da plaqueta de identificação do transformador e o diagrama correspondente de conexões de enrolamentos das Tabelas C-2 a C-4. Então conecte os fios de prova do TTR25 aos terminais adequados da fase A do enrolamento do transformador. Coloque um jumper externo, se necessário. Depois de terminar o teste da fase A, reconecte as pontas de prova à fase B. Coloque um jumper externo, se necessário. Depois de terminar o teste da fase B, reconecte as pontas de prova à fase C. Coloque um jumper externo, se necessário. Compare os resultados obtidos nos testes com as relações de espiras calculadas.

OBSERVAÇÃO: Os transformadores trifásicos podem ser testados em qualquer ordem. Por exemplo, pode-se testar a relação de espiras da fase C, depois da fase A e por último da fase B.

As tabelas apresentam os enrolamentos testados em cada uma das três fases. As tabelas também apresentam a relação entre a relação de espiras medida e a relação de tensão linha a linha real. Na especificação ANSI, a tensão nominal no enrolamento de alta tensão é representada por V_H. V_X representa a tensão nominal no enrolamento de baixa tensão.

Transformadores Tipo T

Os transformadores tipo T representam um tipo particular de transformadores trifásicos, que podem ser testados como transformadores monofásicos.

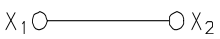
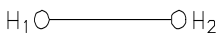
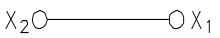
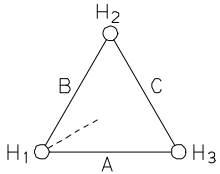
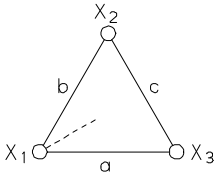
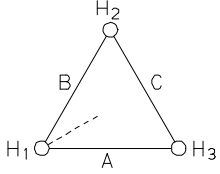
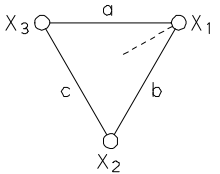
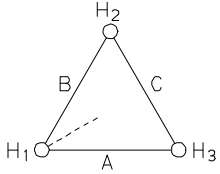
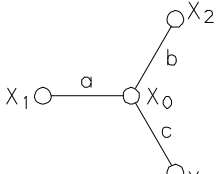
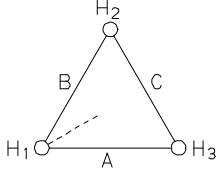
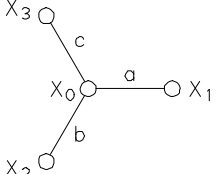
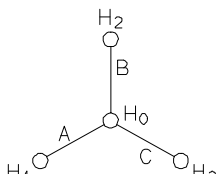
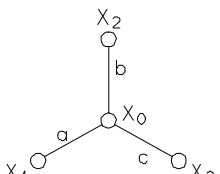
Para realizar a medição em um transformador tipo T, os jumpers indicados na Tabela C-1 devem ser aplicados aos terminais adequados do transformador tipo T. A relação de espiras medidas pelo TTR25 deve ser comparada à relação de espiras calculada indicada na Tabela C-1.

Observações sobre a Tabela C-1

1. Quaisquer conexões de aterramento/carcaça de transformadores tipo T devem ser retiradas do lado de alta tensão (H) ou de baixa tensão (X) antes do teste do transformador.
2. A polaridade esperada nos enrolamentos é normal (o sinal "+" aparece no início do resultado do teste de relação de espiras).

Tabela C-1 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores ANSI

Grupo de Vetores IEC	Conexão do Enrolamento: Enrolamento de Alta Tensão (H)	Conexão do Enrolamento: Enrolamento de Baixa Tensão (X)	Jumpers Externos	Fase Testada	Enrolamento Testado: Enrolam. de Alta Tensão	Enrolamento Testado: Enrolam. de Baixa Tensão	Relação de Espiras Calculada
T-T 0	H2, A, B, H1, H3	X2, a, b, X1, X3	-	A	H_1 - H_2	X_1 - X_2	$\frac{V_H}{V_X}$
			H_1 -H_2 X_1 -X_2	B	H_1 – H_3	X_1 – X_3	$\frac{V_H}{V_X}$
T-T 30 atraso	H2, B, A, H1, H3	X2, a, X1, b, X3	H_2 -H_3	A	H_1 – H_3	X_1 - X_2	$\frac{V_H}{V_X} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
			X_1 -X_2	B	H_2 – H_3	X_1 – X_3	$\frac{V_H}{V_X} \bullet \frac{2}{\sqrt{3}}$
T-T 30 Pontas de Prova	H2, B, A, H1, H3	X2, b, X3, a, X1	H_2 -H_3	A	H_1 – H_3	X_1 – X_3	$\frac{V_H}{V_X} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
			X_1 –X_3	B	H_2 – H_3	X_2 – X_1	$\frac{V_H}{V_X} \bullet \frac{2}{\sqrt{3}}$

Observações sobre a Tabela C-2

Indicações dos terminais dos transformadores de distribuição e força marcadas de acordo com as exigências da **Norma C57.12.70 – 1978** do **Instituto de Normas Nacionais dos EUA (*American National Standard Institute* - ANSI).**

Definição dos Símbolos

H_1, H_2, H_3	Terminais externos do enrolamento de alta tensão do transformador.
X_1, X_2, X_3	Terminais externos do enrolamento de baixa tensão do transformador.
H_0	Terminais neutros externos do enrolamento de alta tensão do transformador.
X_0	Terminais neutros externos do enrolamento de baixa tensão do transformador.
*	Ponto neutro inacessível do enrolamento de alta ou baixa tensão do transformador.
V_H	Tensão nominal da plaqueta de identificação (linha a linha) do enrolamento de alta tensão do transformador.
V_X	Tensão nominal da plaqueta de identificação (linha a linha) do enrolamento de baixa tensão do transformador.
A, B, C	Enrolamento testado no lado de alta tensão do transformador.
a, b, c	Enrolamento testado no lado de baixa tensão do transformador.

Tabela C-2 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores ANSI

Diag No.	IEC Vector Group	Winding Connection: High-Voltage Winding (H)	Winding Connection: Low-Voltage Winding (X)	Phase Tested	Winding Shorted By TTR	Winding Tested: High-Voltage Winding	Winding Tested: Low-Voltage Winding	Measured Turn Ratio
1	1ϕ 1ph0			1ϕ	—	H_1 - H_2	X_1 - X_2	$\frac{V_H}{V_X}$
2	1ϕ 1ph6			1ϕ	—	H_1 - H_2	X_2 - X_1	$\frac{V_H}{V_X}$
3	Dd0			A B C	—	H_1 - H_3 H_2 - H_1 H_3 - H_2	X_1 - X_3 X_2 - X_1 X_3 - X_2	$\frac{V_H}{V_X}$
4	Dd6			A B C	—	H_1 - H_3 H_2 - H_1 H_3 - H_2	X_3 - X_1 X_1 - X_2 X_2 - X_3	$\frac{V_H}{V_X}$
5	Dyn1			A B C	—	H_1 - H_3 H_2 - H_1 H_3 - H_2	X_1 - X_0 X_2 - X_0 X_3 - X_0	$\frac{V_H \bullet \sqrt{3}}{V_X}$
6	Dyn7			A B C	—	H_1 - H_3 H_2 - H_1 H_3 - H_2	X_0 - X_1 X_0 - X_2 X_0 - X_3	$\frac{V_H \bullet \sqrt{3}}{V_X}$
7	YNyn0			A B C	—	H_1 - H_0 H_2 - H_0 H_3 - H_0	X_1 - X_0 X_2 - X_0 X_3 - X_0	$\frac{V_H}{V_X}$

Tabela C-2 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores ANSI								
Copyright 1999© Megger								
		Winding Connection				Winding Tested		
Diag No.	IEC Vector Group	High-Voltage Winding (H)	Low-Voltage Winding (X)	Phase Tested	Winding Shorted By TTR	High-Voltage Winding	Low-Voltage Winding	Measured Turn Ratio
8	YNyn6			A B C	—	H_1 - H_0 H_2 - H_0 H_3 - H_0	X_0 - X_1 X_0 - X_2 X_0 - X_3	$\frac{V_H}{V_X}$
9	YNd1			A B C	—	H_1 - H_0 H_2 - H_0 H_3 - H_0	X_1 - X_2 X_2 - X_3 X_3 - X_1	$\frac{V_H}{V_X \bullet \sqrt{3}}$
10	YNd7			A B C	—	H_1 - H_0 H_2 - H_0 H_3 - H_0	X_2 - X_1 X_3 - X_2 X_1 - X_3	$\frac{V_H}{V_X \bullet \sqrt{3}}$
11	Dy1			A B C	H_3 - H_2 H_1 - H_3 H_2 - H_1	H_1-(H_3-H_2) H_2-(H_1-H_3) H_3-(H_2-H_1)	X_1 - X_2 X_2 - X_3 X_3 - X_1	$\frac{V_H \bullet \sqrt{3}}{V_X}$
12	Dyn5			A B C	—	H_1 - H_3 H_2 - H_1 H_3 - H_2	X_3 - X_0 X_1 - X_0 X_2 - X_0	$\frac{V_H \bullet \sqrt{3}}{V_X}$
13	Dy5			A B C	H_3 - H_2 H_1 – H_3 H_2 – H_1	H_1-(H_3-H_2) H_2-(H_1-H_3) H_3-(H_2-H_1)	X_3 - X_1 X_1 - X_2 X_2 - X_3	$\frac{V_H \bullet \sqrt{3}}{V_X}$

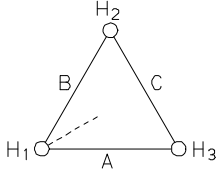
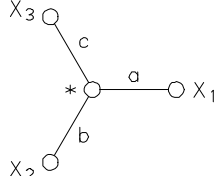
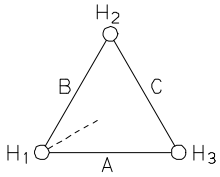
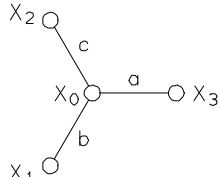
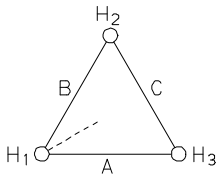
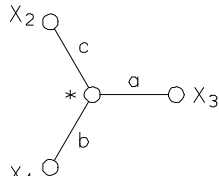
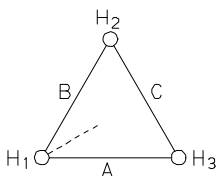
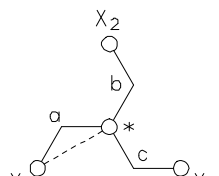
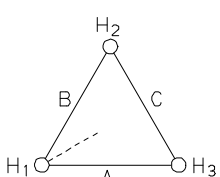
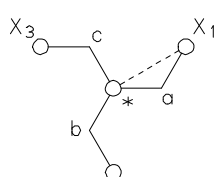
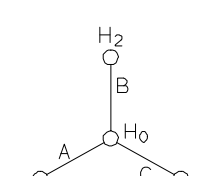
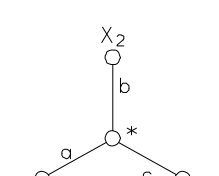



Tabela C-2 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores ANSI								
Copyright 1999© Megger								
		Winding Connection				Winding Tested		
Diag No.	IEC Vector Group	High-Voltage Winding (H)	Low-Voltage Winding (X)	Phase Tested	Winding Shorted By TTR	High-Voltage Winding	Low-Voltage Winding	Measured Turn Ratio
14	Dy7			A B C	H_3 - H_2 H_1 - H_3 H_2 - H_1	H_1-(H_3-H_2) H_2-(H_1-H_3) H_3-(H_2-H_1)	X_2 - X_1 X_3 - X_2 X_1 - X_3	$\frac{V_H \bullet \sqrt{3}}{V_X}$
15	Dyn11			A B C	—	H_1 - H_3 H_2 - H_1 H_3 - H_2	X_0 - X_3 X_0 - X_1 X_0 - X_2	$\frac{V_H \bullet \sqrt{3}}{V_X}$
16	Dy11			A B C	H_3 - H_2 H_1 - H_3 H_2 - H_1	H_1-(H_3-H_2) H_2-(H_1-H_3) H_3-(H_2-H_1)	X_1 - X_3 X_2 - X_1 X_3 - X_2	$\frac{V_H \bullet \sqrt{3}}{V_X}$
17	Dz0			A B C	—	H_1 - H_3 H_2 - H_1 H_3 - H_2	X_1 - X_3 X_2 - X_1 X_3 - X_2	$\frac{V_H}{V_X}$
18	Dz6			A B C	—	H_1 - H_3 H_2 - H_1 H_3 - H_2	X_3 - X_1 X_1 - X_2 X_2 - X_3	$\frac{V_H}{V_X}$
19	YNy0			A B C	H_2 - H_0 H_3 - H_0 H_1 - H_0	H_1-(H_2-H_0) H_2-(H_3-H_0) H_3-(H_1-H_0)	X_1 - X_3 X_2 - X_1 X_3 - X_2	$\frac{V_H}{V_X}$

Tabela C-2 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores ANSI

Diag No.	IEC Vector Group	Winding Connection: High-Voltage Winding (H)	Winding Connection: Low-Voltage Winding (X)	Phase Tested	Winding Shorted By TTR	Winding Tested: High-Voltage Winding	Winding Tested: Low-Voltage Winding	Measured Turn Ratio
20	Yyn0			A B C	—	$H_1 - H_3$ $H_2 - H_1$ $H_3 - H_2$	$X_1 - X_3$ $X_2 - X_1$ $X_3 - X_2$	$\frac{V_H}{V_X}$
21	Yy0			A B C	—	$H_1 - H_3$ $H_2 - H_1$ $H_3 - H_2$	$X_1 - X_3$ $X_2 - X_1$ $X_3 - X_2$	$\frac{V_H}{V_X}$
22	YNy6			A B C	$H_2 - H_0$ $H_3 - H_0$ $H_1 - H_0$	H_1-(H_2-H_0) H_2-(H_3-H_0) H_3-(H_1-H_0)	$X_3 - X_1$ $X_1 - X_2$ $X_2 - X_3$	$\frac{V_H}{V_X}$
23	Yyn6			A B C	—	$H_1 - H_3$ $H_2 - H_1$ $H_3 - H_2$	$X_3 - X_1$ $X_1 - X_2$ $X_2 - X_3$	$\frac{V_H}{V_X}$
24	Yy6			A B C	—	$H_1 - H_3$ $H_2 - H_1$ $H_3 - H_2$	$X_3 - X_1$ $X_1 - X_2$ $X_2 - X_3$	$\frac{V_H}{V_X}$
25	Yzn1			A B C	—	$H_1 - H_3$ $H_2 - H_1$ $H_3 - H_2$	$X_1 - X_0$ $X_2 - X_0$ $X_3 - X_0$	$\frac{V_H \bullet \sqrt{3}}{V_X}$

Tabela C-2 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores ANSI								
Copyright 1999© Megger								
		Winding Connection				Winding Tested		
Diag No.	IEC Vector Group	High-Voltage Winding (H)	Low-Voltage Winding (X)	Phase Tested	Winding Shorted By TTR	High-Voltage Winding	Low-Voltage Winding	Measured Turn Ratio
26	Yz1			A B C	H_3 - H_2 H_1 - H_3 H_2 - H_1	H_1-(H_3+H_2) H_2-(H_1+H_3) H_3-(H_2+H_1)	X_1 - X_2 X_2 - X_3 X_3 - X_1	$\frac{V_H}{V_X} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
27	Yzn5			A B C	—	H_1 - H_3 H_2 - H_1 H_3 - H_2	X_3 - X_0 X_1 - X_0 X_2 - X_0	$\frac{V_H \bullet \sqrt{3}}{V_X}$
28	Yz5			A B C	H_3 - H_2 H_1 - H_3 H_2 - H_1	H_1-(H_3+H_2) H_2-(H_1+H_3) H_3-(H_2+H_1)	X_3 - X_1 X_1 - X_2 X_2 - X_3	$\frac{V_H}{V_X} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
29	Yzn7			A B C	—	H_1 - H_3 H_2 - H_1 H_3 - H_2	X_0 - X_1 X_0 - X_2 X_0 - X_3	$\frac{V_H \bullet \sqrt{3}}{V_X}$
30	Yz7			A B C	H_3 - H_2 H_1 - H_3 H_2 - H_1	H_1-(H_3+H_2) H_2-(H_1+H_3) H_3-(H_2+H_1)	X_2 - X_1 X_3 - X_2 X_1 - X_3	$\frac{V_H}{V_X} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$

Tabela C-2 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores ANSI								
Copyright 1999© Megger								
		Winding Connection				Winding Tested		
Diag No.	IEC Vector Group	High-Voltage Winding (H)	Low-Voltage Winding (X)	Phase Tested	Winding Shorted By TTR	High-Voltage Winding	Low-Voltage Winding	Measured Turn Ratio
31	Yzn11			A B C	—	$H_1 - H_3$ $H_2 - H_1$ $H_3 - H_2$	$X_0 - X_3$ $X_0 - X_1$ $X_0 - X_2$	$\frac{V_H \bullet \sqrt{3}}{V_X}$
32	Yz11			A B C	$H_3 - H_2$ $H_1 - H_3$ $H_2 - H_1$	$H_1-(H_3+H_2)$ $H_2-(H_1+H_3)$ $H_3-(H_2+H_1)$	$X_1 - X_3$ $X_2 - X_1$ $X_3 - X_2$	$\frac{V_H}{V_X} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
33	ZNy5			A B C	—	$H_1 - H_0$ $H_2 - H_0$ $H_3 - H_0$	$X_3 - X_1$ $X_1 - X_2$ $X_2 - X_3$	$\frac{V_H}{V_X \bullet \sqrt{3}}$
34	Zy5			A B C	$H_3 - H_2$ $H_1 - H_3$ $H_2 - H_1$	$H_1-(H_3+H_2)$ $H_2-(H_1+H_3)$ $H_3-(H_2+H_1)$	$X_3 - X_1$ $X_1 - X_2$ $X_2 - X_3$	$\frac{V_H}{V_X} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
35	ZNy11			A B C	—	$H_1 - H_0$ $H_2 - H_0$ $H_3 - H_0$	$X_1 - X_3$ $X_2 - X_1$ $X_3 - X_2$	$\frac{V_H}{V_X \bullet \sqrt{3}}$
36	Zy11			A B C	$H_3 - H_2$ $H_1 - H_3$ $H_2 - H_1$	$H_1-(H_3+H_2)$ $H_2-(H_1+H_3)$ $H_3-(H_2+H_1)$	$X_1 - X_3$ $X_2 - X_1$ $X_3 - X_2$	$\frac{V_H}{V_X} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$

Tabela C-2 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores ANSI								
Copyright 1999© Megger								
		Winding Connection				Winding Tested		
Diag No.	IEC Vector Group	High-Voltage Winding (H)	Low-Voltage Winding (X)	Phase Tested	Winding Shorted By TTR	High-Voltage Winding	Low-Voltage Winding	Measured Turn Ratio
37	Yd1			A B C	H_3 - H_2 H_1 - H_3 H_2 - H_1	H_1-(H_3+H_2) H_2-(H_1+H_3) H_3-(H_2+H_1)	X_1 - X_2 X_2 - X_3 X_3 - X_1	$\frac{V_H}{V_X} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
38	YNd5			A B C	—	H_1 - H_0 H_2 - H_0 H_3 - H_0	X_3 - X_1 X_1 - X_2 X_2 - X_3	$\frac{V_H}{V_X \bullet \sqrt{3}}$
39	Yd5			A B C	H_3 - H_2 H_1 - H_3 H_2 - H_1	H_1-(H_3+H_2) H_2-(H_1+H_3) H_3-(H_2+H_1)	X_3 - X_1 X_1 - X_2 X_2 - X_3	$\frac{V_H}{V_X} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
40	Yd7			A B C	H_3 - H_2 H_1 - H_3 H_2 - H_1	H_1-(H_3+H_2) H_2-(H_1+H_3) H_3-(H_2+H_1)	X_2 - X_1 X_3 - X_2 X_1 - X_3	$\frac{V_H}{V_X} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
41	YNd11			A B C	—	H_1 - H_0 H_2 - H_0 H_3 - H_0	X_1 - X_3 X_2 – X_1 X_3 – X_2	$\frac{V_H}{V_X \bullet \sqrt{3}}$

Tabela C-2 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores ANSI

Diag No.	IEC Vector Group	Winding Connection: High-Voltage Winding (H)	Winding Connection: Low-Voltage Winding (X)	Phase Tested	Winding Shorted By TTR	Winding Tested: High-Voltage Winding	Winding Tested: Low-Voltage Winding	Measured Turn Ratio
42	Yd11			A B C	H_3 - H_2 H_1 - H_3 H_2 - H_1	H_1-(H_3+H_2) H_2-(H_1+H_3) H_3-(H_2+H_1)	X_1 - X_3 X_2 - X_1 X_3 - X_2	$\frac{V_H}{V_X} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
43	VREG		–	1ϕ	–	S-SL	L-SL	$\frac{V_H}{V_X}$
44	Dyn3			A B C	—	H_3 – H_1 H_1 – H_2 H_2 – H_3	X_2 – X_0 X_3 – X_0 X_1 – X_0	$\frac{V_H}{V_X \bullet \sqrt{3}}$
45	Dy3			A B C	H_3 - H_2 H_1 - H_3 H_2 - H_1	H_1-(H_3+H_2) H_2-(H_1+H_3) H_3-(H_2+H_1)	X_3 - X_2 X_1 - X_3 X_2 – X_1	$\frac{V_H}{V_X} \bullet \frac{2}{\sqrt{3}}$
46	Dyn9			A B C	—	H_1 - H_3 H_2 - H_1 H_3 - H_2	X_2 - X_0 X_3 - X_0 X_1 - X_0	$\frac{V_H}{V_X \bullet \sqrt{3}}$
47	Dy9			A B C	H_3 - H_2 H_1 – H_3 H_2 – H_1	H_1-(H_3+H_2) H_2-(H_1+H_3) H_3-(H_2+H_1)	X_2 - X_3 X_3 - X_1 X_1 - X_2	$\frac{V_H}{V_X} \bullet \frac{2}{\sqrt{3}}$

Tabela C-2 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores ANSI

Diag No.	IEC Vector Group	Winding Connection: High-Voltage Winding (H)	Winding Connection: Low-Voltage Winding (X)	Phase Tested	Winding Shorted By TTR	Winding Tested: High-Voltage Winding	Winding Tested: Low-Voltage Winding	Measured Turn Ratio
48	YNzn1	H_2, B, H_0, A, C, H_1, H_3	X_2, a, b, X_1, X_0, c, X_3	A B C	—	$H_1 - H_3$ $H_2 - H_1$ $H_3 - H_2$	$X_1 - X_0$ $X_2 - X_0$ $X_3 - X_0$	$\frac{V_H \bullet \sqrt{3}}{V_X}$
49	YNzn7	H_2, B, H_0, A, C, H_1, H_3	X_3, c, X_0, X_1, b, a, X_2	A B C	—	$H_1 - H_3$ $H_2 - H_1$ $H_3 - H_2$	$X_0 - X_1$ $X_0 - X_2$ $X_0 - X_3$	$\frac{V_H \bullet \sqrt{3}}{V_X}$
50	YNzn11	H_2, B, H_0, A, C, H_1, H_3	X_2, c, X_0, X_3, b, a, X_1	A B C	—	$H_1 - H_3$ $H_2 - H_1$ $H_3 - H_2$	$X_0 - X_3$ $X_0 - X_1$ $X_0 - X_2$	$\frac{V_H \bullet \sqrt{3}}{V_X}$

Observações sobre a Tabela C-3

Indicações dos terminais dos transformadores de força marcadas de acordo com as exigências da **Norma Internacional CEI/IEC 76-1:1993.**

Definição dos Símbolos

1U, 1V, 1W	Terminais externos do enrolamento de alta tensão do transformador (notação alternativa U, V, W).
2U, 2V, 2W	Terminais externos do enrolamento de baixa tensão do transformador (notação alternativa u, v, w).
1N	Terminais neutros externos do enrolamento de alta tensão do transformador (notação alternativa N).
2N	Terminais neutros externos do enrolamento de baixa tensão do transformador (notação alternativa n).
*	Ponto neutro inacessível do enrolamento de alta ou baixa tensão do transformador.
U1	Tensão nominal da plaqueta de identificação (linha a linha) do enrolamento de alta tensão do transformador.
U2	Tensão nominal da plaqueta de identificação (linha a linha) do enrolamento de baixa tensão do transformador.
U, V, W	Fase testada.

Tabela C-3 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores CEI/IEC 76-1:1993								
Copyright 1999© da Megger								
		Conexão do Enrolamento				Enrolamento Testado		
Diag Nº	Grupo de Vetores IEC	Enrolamento de Alta Tensão	Enrolamento de Baixa Tensão	Fase Testada	Jumpers Externos	Enrolam. de Alta Tensão	Enrolam. de Baixa Tensão	Relação de Espiras Medida
1	1ϕ 1ph0	1.1 — 1.2	2.1 — 2.2	1ϕ	—	1.1-1.2	2.1-2.2	U1/U2
2	1ϕ 1ph6	1.1 — 1.2	2.2 — 2.1	1ϕ	—	1.1-1.2	2.2-2.1	U1/U2
3	Dd0	1U, 1W, 1V	2U, 2W, 2V	U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-2V 2V-2W 2W-2U	U1/U2
4	Dd2	1U, 1W, 1V	2W, 2U, 2V	U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2W-2V 2U-2W 2V-2U	U1/U2
5	Dd4	1U, 1W, 1V	2W, 2V, 2U	U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2W-2U 2U-2V 2V-2W	U1/U2
6	Dd6	1U, 1W, 1V	2V, 2W, 2U	U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2V-2U 2W-2V 2U-2W	U1/U2
7	Dd8	1U, 1W, 1V	2V, 2U, 2W	U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2V-2W 2W-2U 2U-2V	U1/U2
8	Dd10	1U, 1W, 1V	2U, 2V, 2W	U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-2W 2V-2U 2W-2V	U1/U2

Tabela C-3 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores CEI/IEC 76-1:1993

Diag Nº	Grupo de Vetores IEC	Conexão do Enrolamento: Enrolamento de Alta Tensão	Conexão do Enrolamento: Enrolamento de Baixa Tensão	Fase Testada	Jumpers Externos	Enrolamento Testado: Enrolam. de Alta Tensão	Enrolamento Testado: Enrolam. de Baixa Tensão	Relação de Espiras Medida
9	Dyn1	1U, 1W, 1	2U, 2W, 2N, 2V	U V W	— — —	1U-1W 1V-1U 1W-1V	2U-2N 2V-2N 2W-2N	$\frac{U1 \bullet \sqrt{3}}{U2}$
10	Dy1	1U, 1W, 1	2U, 2W, *, 2V	U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-1W 1V-1U 1W-1V	2U-* 2V-* 2W-*	$\frac{U1 \bullet \sqrt{3}}{U2}$
11	Dyn5	1U, 1W, 1	2W, 2V, 2N, 2U	U V W	— — —	1V-1U 1W-1V 1U-1W	2U-2N 2V-2N 2W-2N	$\frac{U1 \bullet \sqrt{3}}{U2}$
12	Dy5	1U, 1W, 1	2W, 2V, *, 2U	U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1V-1U 1W-1V 1U-1W	2U-* 2V-* 2W-*	$\frac{U1 \bullet \sqrt{3}}{U2}$
13	Dyn7	1U, 1W, 1	2V, 2N, 2W, 2U	U V W	— — —	1W-1U 1U-1V 1V-1W	2U-2N 2V-2N 2W-2N	$\frac{U1 \bullet \sqrt{3}}{U2}$
14	Dy7	1U, 1W, 1	2V, *, 2W, 2U	U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1W-1U 1U-1V 1V-1W	2U-* 2V-* 2W-*	$\frac{U1 \bullet \sqrt{3}}{U2}$

Tabela C-3 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores CEI/IEC 76-1:1993

Diag Nº	Grupo de Vetores IEC	Conexão do Enrolamento – Enrolamento de Alta Tensão	Conexão do Enrolamento – Enrolamento de Baixa Tensão	Fase Testada	Jumpers Externos	Enrolamento Testado – Enrolam. de Alta Tensão	Enrolamento Testado – Enrolam. de Baixa Tensão	Relação de Espiras Medida
15	Dyn11			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-2N 2V-2N 2W-2N	$\frac{U1 \bullet \sqrt{3}}{U2}$
16	Dy11			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-* 2V-* 2W-*	$\frac{U1 \bullet \sqrt{3}}{U2}$
17	Dzn0			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-(1V+1W) 1V-(1W+1U) 1W-(1U+1V)	2U-2N 2V-2N 2W-2N	$\frac{1.5U1}{U2}$
18	Dz0			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-2V 2V-2W 2W-2U	$\frac{U1}{U2}$
19	Dzn2			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-(1V+1W) 1V-(1W+1U) 1W-(1U+1V)	2N-2V 2N-2W 2N-2U	$\frac{1.5U1}{U2}$
20	Dz2			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2W-2V 2U-2W 2V-2U	$\frac{U1}{U2}$

Tabela C-3 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores CEI/IEC 76-1:1993

Diag Nº	Grupo de Vetores IEC	Conexão do Enrolamento		Fase Testada	Jumpers Externos	Enrolamento Testado		Relação de Espiras Medida
		Enrolamento de Alta Tensão	Enrolamento de Baixa Tensão			Enrolam. de Alta Tensão	Enrolam. de Baixa Tensão	
21	Dzn4			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-(1V+1W) 1V-(1W+1U) 1W-(1U+1V)	2W-2N 2U-2N 2V-2N	$\frac{1.5U1}{U2}$
22	Dz4			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2W-2U 2U-2V 2V-2W	$\frac{U1}{U2}$
23	Dzn6			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-(1V+1W) 1V-(1W+1U) 1W-(1U+1V)	2N-2U 2N-2V 2N-2W	$\frac{1.5U1}{U2}$
24	Dz6			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2V-2U 2W-2V 2U-2W	$\frac{U1}{U2}$
25	Dzn8			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-(1V+1W) 1V-(1W+1U) 1W-(1U+1V)	2V-2N 2W-2N 2U-2N	$\frac{1.5U1}{U2}$
26	Dz8			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2V-2W 2W-2U 2U-2V	$\frac{U1}{U2}$

Tabela C-3 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores CEI/IEC 76-1:1993								
Copyright 1999© da Megger								
		Conexão do Enrolamento				Enrolamento Testado		
Diag Nº	Grupo de Vetores IEC	Enrolamento de Alta Tensão	Enrolamento de Baixa Tensão	Fase Testada	Jumpers Externos	Enrolam. de Alta Tensão	Enrolam. de Baixa Tensão	Relação de Espiras Medida
27	Dzn10	1U, 1W, 1	2U, 2V, 2N, 2W	U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-(1V+1W) 1V-(1W+1U) 1W-(1U+1V)	2N-2W 2N-2U 2N-2V	1.5U1 / U2
28	Dz10	1U, 1W, 1	2U, 2V, *, 2W	U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-2W 2V-2U 2W-2V	U1 / U2
29	YNyn0	1U, 1N, 1W, 1	2U, 2N, 2W, 2V	U V W	— — —	1U-1N 1V-1N 1W-1N	2U-2N 2V-2N 2W-2N	U1 / U2
30	YNy0	1U, 1N, 1W, 1	2U, *, 2W, 2V	U V W	1V-1N 1W-1N 1U-1N	1U-1N 1V-1N 1W-1N	2U-* 2V-* 2W-*	U1 / U2
31	Yyn0	1U, *, 1W, 1	2U, 2N, 2W, 2V	U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-2V 2V-2W 2W-2U	U1 / U2
32	Yy0	1U, *, 1W, 1	2U, *, 2W, 2V	U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-2V 2V-2W 2W-2U	U1 / U2

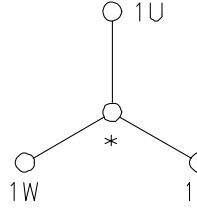
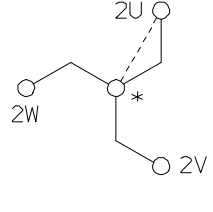
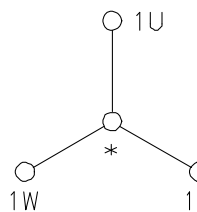
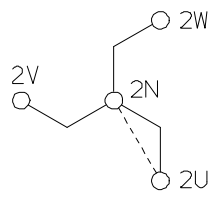
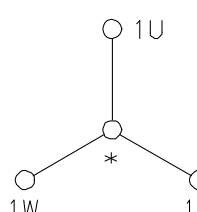
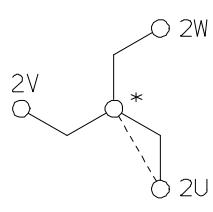
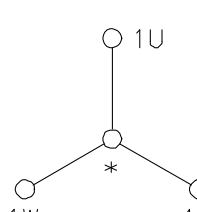
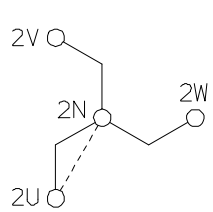
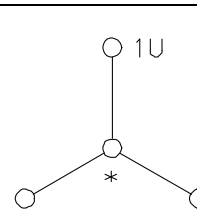
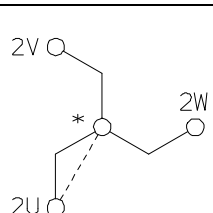



Tabela C-3 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores CEI/IEC 76-1:1993

Diag Nº	Grupo de Vetores IEC	Conexão do Enrolamento		Fase Testada	Jumpers Externos	Enrolamento Testado		Relação de Espiras Medida
		Enrolamento de Alta Tensão	Enrolamento de Baixa Tensão			Enrolam. de Alta Tensão	Enrolam. de Baixa Tensão	
33	YNyn6			U V W	— — —	1U-1N 1V-1N 1W-1N	2N-2U 2N-2V 2N-2W	$\frac{U1}{U2}$
34	YNy6			U V W	1V-1N 1W-1N 1U-1N	1U-1N 1V-1N 1W-1N	*-2U *-2V *-2W	$\frac{U1}{U2}$
35	Yyn6			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2V-2U 2W-2V 2U-2W	$\frac{U1}{U2}$
36	Yy6			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2V-2U 2W-2V 2U-2W	$\frac{U1}{U2}$
37	Yzn1			U V W	— — —	1U-1W 1V-1U 1W-1V	2U-2N 2V-2N 2W-2N	$\frac{U1 \bullet \sqrt{3}}{U2}$

Tabela C-3 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores CEI/IEC 76-1:1993

		Conexão do Enrolamento				Enrolamento Testado		
Diag Nº	Grupo de Vetores IEC	Enrolamento de Alta Tensão	Enrolamento de Baixa Tensão	Fase Testada	Jumpers Externos	Enrolam. de Alta Tensão	Enrolam. de Baixa Tensão	Relação de Espiras Medida
38	Yz1			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-(1V+1W) 1V-(1W+1U) 1W-(1U+1V)	2U-2V 2V-2W 2W-2U	$\frac{U1}{U2}\bullet\frac{\sqrt{3}}{2}$
39	Yzn5			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2N-2U 2N-2V 2N-2W	$\frac{U1\bullet\sqrt{3}}{U2}$
40	Yz5			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-(1V+1W) 1V-(1W+1U) 1W-(1U+1V)	2W-2U 2U-2V 2V-2W	$\frac{U1}{U2}\bullet\frac{\sqrt{3}}{2}$
41	Yzn7			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2V-2N 2W-2N 2U-2N	$\frac{U1\bullet\sqrt{3}}{U2}$
42	Yz7			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-(1V+1W) 1V-(1W+1U) 1W-(1U+1V)	2V-2U 2W-2V 2U-2W	$\frac{U1}{U2}\bullet\frac{\sqrt{3}}{2}$

Tabela C-3 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores CEI/IEC 76-1:1993

		Conexão do Enrolamento				Enrolamento Testado		
Diag Nº	Grupo de Vetores IEC	Enrolamento de Alta Tensão	Enrolamento de Baixa Tensão	Fase Testada	Jumpers Externos	Enrolam. de Alta Tensão	Enrolam. de Baixa Tensão	Relação de Espiras Medida
43	Yzn11			U V W	— — —	1U-1V 1V-1W 1W-1U	2U-2N 2V-2N 2W-2N	$\frac{U1 \bullet \sqrt{3}}{U2}$
44	Yz11			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-(1V+1W) 1V-(1W+1U) 1W-(1U+1V)	2U-2W 2V-2U 2W-2V	$\frac{U1}{U2} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
45	YNd1			U V W	— — —	1U-1N 1V-1N 1W-1N	2U-2V 2V-2W 2W-2U	$\frac{U1}{U2 \bullet \sqrt{3}}$
46	Yd1			U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-(1V+1W) 1V-(1W+1U) 1W-(1U+1V)	2U-2V 2V-2W 2W-2U	$\frac{U1}{U2} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
47	YNd5			U V W	— — —	1U-1N 1V-1N 1W-1N	2W-2U 2U-2V 2V-2W	$\frac{U1}{U2 \bullet \sqrt{3}}$

Tabela C-3 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores CEI/IEC 76-1:1993								
Copyright 1999© da Megger								
		Conexão do Enrolamento				Enrolamento Testado		
Diag Nº	Grupo de Vetores IEC	Enrolamento de Alta Tensão	Enrolamento de Baixa Tensão	Fase Testada	Jumpers Externos	Enrolam. de Alta Tensão	Enrolam. de Baixa Tensão	Relação de Espiras Medida
48	Yd5	1U, *, 1W, 1	2W, 2V, 2U	U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-(1V+1W) 1V-(1W+1U) 1W-(1U+1V)	2W-2U 2U-2V 2V-2W	$\frac{U1}{U2} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
49	YNd7	1U, 1N, 1W, 1	2V, 2W, 2U	U V W	— — —	1U-1N 1V-1N 1W-1N	2V-2U 2W-2V 2U-2W	$\frac{U1}{U2 \bullet \sqrt{3}}$
50	Yd7	1U, *, 1W, 1	2V, 2W, 2U	U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-(1V+1W) 1V-(1W+1U) 1W-(1U+1V)	2V-2U 2W-2V 2U-2W	$\frac{U1}{U2} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
51	YNd11	1U, 1N, 1W, 1	2U, 2V, 2W	U V W	— — —	1U-1N 1V-1N 1W-1N	2U-2W 2V-2U 2W-2V	$\frac{U1}{U2 \bullet \sqrt{3}}$
52	Yd11	1U, *, 1W, 1	2U, 2V, 2W	U V W	1V-1W 1W-1U 1U-1V	1U-(1V+1W) 1V-(1W+1U) 1W-(1U+1V)	2U-2W 2V-2U 2W-2V	$\frac{U1}{U2} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$

Observações sobre a Tabela C-4

Indicações dos terminais dos transformadores de força marcadas de acordo com as exigências da **Norma Australiana 2374, Parte 4-1982.**

Definição dos Símbolos

A_2, B_2, C_2	Terminais externos do enrolamento de alta tensão do transformador (A_x, B_x, C_x).
a_2, b_2, c_2	Terminais externos do enrolamento de baixa tensão do transformador (a_x, b_x, c_x).
N	Terminais neutros externos do enrolamento de alta tensão do transformador.
n	Terminais neutros externos do enrolamento de baixa tensão do transformador.
*	Ponto neutro inacessível do enrolamento de alta ou baixa tensão do transformador.
HV	Tensão nominal da plaqueta de identificação (linha a linha) do enrolamento de alta tensão do transformador.
LV	Tensão nominal da plaqueta de identificação (linha a linha) do enrolamento de baixa tensão do transformador.
A, B, C	Enrolamento testado no lado de alta tensão do transformador.
a, b, c	Enrolamento testado no lado de baixa tensão do transformador.

Tabela C-4 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores (Norma Australiana 2374, Parte 4 – 1982)								
Copyright 1999© da Megger								
		Conexão do Enrolamento				Enrolamento Testado		
Diag Nº	Grupo de Vetores IEC	Enrolamento de Alta Tensão	Enrolamento de Baixa Tensão	Fase Testada	Jumpers Externos	Enrolam. de Alta Tensão	Enrolam. de Baixa Tensão	Relação de Espiras Medida
1	1ϕ 1ph0	A_2 — A_1	a_2 — a_1	1ϕ	—	A_2 - A_1	a_2 - a_1	$\frac{HV}{LV}$
2	1ϕ 1ph6	A_2 — A_1	a_1 — a_2	1ϕ	—	A_2 - A_1	a_1 - a_2	$\frac{HV}{LV}$
3	Dd0	A_2, B_2, C_2; A, B, C	a_2, b_2, c_2; a, b, c	A B C	— — —	A_2 - B_2 B_2 - C_2 C_2 - A_2	a_2 - b_2 b_2 - c_2 c_2 - a_2	$\frac{HV}{LV}$
4	Dd6	A_2, B_2, C_2; A, B, C	b_1, c_1, a_1; a, b, c	A B C	— — —	A_2 - B_2 B_2 - C_2 C_2 - A_2	b_1 - a_1 c_1 - b_1 a_1 - c_1	$\frac{HV}{LV}$
5	Dyn1	A_2, B_2, C_2; A, B, C	a_2, b_2, c_2, n	A B C	— — —	A_2 - C_2 B_2 - A_2 C_2 - B_2	a_2 - n b_2 - n c_2 - n	$\frac{HV \bullet \sqrt{3}}{LV}$
6	Dy1	A_2, B_2, C_2; A, B, C	a_2, b_2, c_2, *	A B C	B_2 - C_2 C_2 - A_2 A_2 - B_2	A_2 - C_2 B_2 - A_2 C_2 - B_2	a_2 -* b_2 - * c_2 - *	$\frac{HV \bullet \sqrt{3}}{LV}$
7	Dyn11	A_2, B_2, C_2; A, B, C	a_2, b_2, c_2, n	A B C	— — —	A_2 - B_2 B_2 - C_2 C_2 - A_2	a_2 - n b_2 - n c_2 - n	$\frac{HV \bullet \sqrt{3}}{LV}$

Tabela C-4 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores (Norma Australiana 2374, Parte 4 – 1982)									
Copyright 1999© da Megger									
		Conexão do Enrolamento				Enrolamento Testado			
Diag Nº	Grupo de Vetores IEC	Enrolamento de Alta Tensão	Enrolamento de Baixa Tensão	Fase Testada	Jumpers Externos	Enrolam. de Alta Tensão	Enrolam. de Baixa Tensão	Relação de Espiras Medida
8	Dy11			A B C	$B_2 - C_2$ $C_2 - A_2$ $A_2 - B_2$	$A_2 - B_2$ $B_2 - C_2$ $C_2 - A_2$	a_2 - * b_2 - * c_2 - *	$\frac{HV \bullet \sqrt{3}}{LV}$
9	Dzn0			A B C	$B_2 - C_2$ $C_2 - A_2$ $A_2 - B_2$	$A_2 - (B_2+C_2)$ $B_2 - (C_2+A_2)$ $C_2 - (A_2+B_2)$	a_4 - n b_4 - n c_4 - n	$\frac{1.5\ HV}{LV}$
10	Dz0			A B C	— — —	$A_2 - B_2$ $B_2 - C_2$ $C_2 - A_2$	$a_4 - b_4$ $b_4 - c_4$ $c_4 - a_4$	$\frac{HV}{LV}$
11	Dzn6			A B C	$B_2 - C_2$ $C_2 - A_2$ $A_2 - B_2$	$A_2 -$ (B_2+C_2) $B_2 -$ (C_2+A_2) $C_2 - (A_2+B_2)$	n - a_3 n - b_3 n - c_3	$\frac{1.5\ HV}{LV}$
12	Dz6			A B C	— — —	$A_2 - B_2$ $B_2 - C_2$ $C_2 - A_2$	$b_3 - a_3$ $c_3 - b_3$ $a_3 - c_3$	$\frac{HV}{LV}$
13	YNyn0			A B C	— — —	A_2 - N B_2 - N C_2 - N	a_2 - n b_2 - n c_2 - n	$\frac{HV}{LV}$

Tabela C-4 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores (Norma Australiana 2374, Parte 4 – 1982)

Diag Nº	Grupo de Vetores IEC	Conexão do Enrolamento: Enrolamento de Alta Tensão	Conexão do Enrolamento: Enrolamento de Baixa Tensão	Fase Testada	Jumpers Externos	Enrolamento Testado: Enrolam. de Alta Tensão	Enrolamento Testado: Enrolam. de Baixa Tensão	Relação de Espiras Medida
14	YNy0	A_2, N, C_2, B_2	a_2, *, c_2, b_2	A B C	B_2 - N C_2 - N A_2 - N	A_2 - N B_2 - N C_2 - N	a_2 - * b_2 - * c_2 - *	HV / LV
15	Yyn0	A_2, *, C_2, B_2	a_2, n, c_2, b_2	A B C	— — —	A_2 - B_2 B_2 - C_2 C_2 - A_2	a_2 - b_2 b_2 - c_2 c_2 - a_2	HV / LV
16	Yy0	A_2, *, C_2, B_2	a_2, *, c_2, b_2	A B C	— — —	A_2 - B_2 B_2 - C_2 C_2 - A_2	a_2 - b_2 b_2 - c_2 c_2 - a_2	HV / LV
17	YNyn6	A_2, N, C_2, B_2	b_1, c_1, n, a_1	A B C	— — —	A_2 - N B_2 - N C_2 - N	n - a_1 n - b_1 n - c_1	HV / LV
18	YNy6	A_2, N, C_2, B_2	b_1, c_1, *, a_1	A B C	B_2 - N C_2 - N A_2 - N	A_2 - N B_2 - N C_2 - N	* - a_1 * - b_1 * - c_1	HV / LV
19	Yyn6	A_2, *, C_2, B_2	b_1, c_1, n, a_1	A B C	— — —	A_2 - B_2 B_2 - C_2 C_2 - A_2	b_1 - a_1 c_1 - b_1 a_1 - c_1	HV / LV

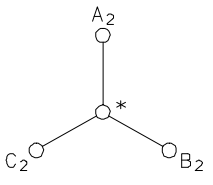
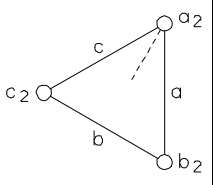
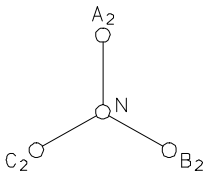
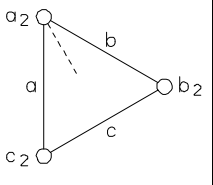
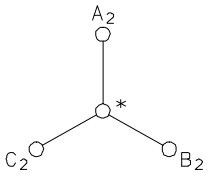
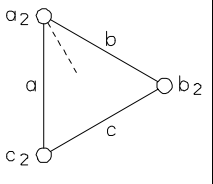
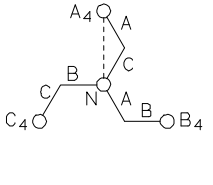
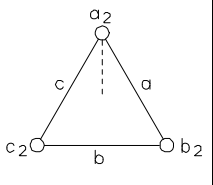
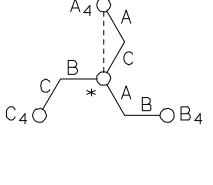
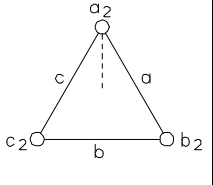
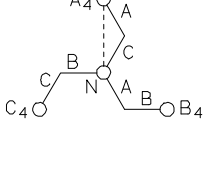
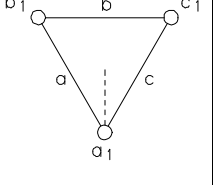



Tabela C-4 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores (Norma Australiana 2374, Parte 4 – 1982)

Diag Nº	Grupo de Vetores IEC	Conexão do Enrolamento: Enrolamento de Alta Tensão	Conexão do Enrolamento: Enrolamento de Baixa Tensão	Fase Testada	Jumpers Externos	Enrolamento Testado: Enrolam. de Alta Tensão	Enrolamento Testado: Enrolam. de Baixa Tensão	Relação de Espiras Medida
20	Yy6			A B C	— — —	A_2 - B_2 B_2 - C_2 C_2 - A_2	b_1 - a_1 c_1 - b_1 a_1 - c_1	$\frac{HV}{LV}$
21	Yzn1			A B C	— — —	A_2 - C_2 B_2 - A_2 C_2 - B_2	a_4 - n b_4 - n c_4 - n	$\frac{HV \bullet \sqrt{3}}{LV}$
22	Yz1			A B C	B_2- C_2 C_2 - A_2 A_2 - B_2	A_2- (B_2 +C_2) B_2 - (C_2+A_2) C_2 - (A_2+B_2)	a_4 - b_4 b_4 - c_4 c_4 - a_4	$\frac{HV}{LV} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
23	Yzn11			A B C	— — —	A_2 - B_2 B_2 - C_2 C_2 - A_2	a_4 - n b_4 - n c_4 - n	$\frac{HV \bullet \sqrt{3}}{LV}$
24	Yz11			A B C	B_2 - C_2 C_2 - A_2 A_2 - B_2	A_2 - (B_2+C_2) B_2 - (C_2+A_2) C_2 - (A_2+B_2)	a_4 - c_4 b_4 - a_4 c_4 - b_4	$\frac{HV}{LV} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
25	YNd1			A B C	— — —	A_2 - N B_2 - N C_2 - N	a_2 - b_2 b_2 - c_2 c_2 - a_2	$\frac{HV}{LV \bullet \sqrt{3}}$

Tabela C-4 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores (Norma Australiana 2374, Parte 4 – 1982)								
Copyright 1999© da Megger								
		Conexão do Enrolamento				Enrolamento Testado		
Diag Nº	Grupo de Vetores IEC	Enrolamento de Alta Tensão	Enrolamento de Baixa Tensão	Fase Testada	Jumpers Externos	Enrolam. de Alta Tensão	Enrolam. de Baixa Tensão	Relação de Espiras Medida
26	Yd1	A_2, C_2, B_2, *	a_2, c_2, b_2, c, a, b	A B C	B_2 - C_2 C_2 - A_2 A_2 - B_2	A_2 -(B_2+C_2) B_2 -(C_2+A_2) C_2 -(A_2+B_2)	a_2 - b_2 b_2 - c_2 c_2 - a_2	$\frac{HV}{LV} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
27	YNd11	A_2, N, C_2, B_2	a_2, b_2, c_2, b, a, c	A B C	— — —	A_2 - N B_2 - N C_2 - N	a_2 - c_2 b_2 - a_2 c_2 - b_2	$\frac{HV}{LV \bullet \sqrt{3}}$
28	Yd11	A_2, *, C_2, B_2	a_2, b_2, c_2, b, a, c	A B C	B_2 - C_2 C_2 - A_2 A_2 - B_2	A_2 -(B_2+C_2) B_2 -(C_2+A_2) C_2 -(A_2+B_2)	a_2 - c_2 b_2 - a_2 c_2 - b_2	$\frac{HV}{LV} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
29	ZNd0	A_4, A, C, B, C, N, A, B, C_4, B_4	a_2, c, a, c_2, b_2, b	A B C	b_2 - c_2 c_2 - a_2 a_2 - b_2	A_4 - N B_4 - N C_4 - N	a_2 - (b_2+c_2) b_2 - (c_2+a_2) c_2 - (a_2+b_2)	$\frac{HV}{1.5\ LV}$
30	Zd0	A_4, A, C, B, C, *, A, B, C_4, B_4	a_2, c, a, c_2, b_2, b	A B C	— — —	A_4 - B_4 B_4 - C_4 C_4 - A_4	a_2 - b_2 b_2 - c_2 c_2 - a_2	$\frac{HV}{LV}$
31	ZNd6	A_4, A, C, B, C, N, A, B, C_4, B_4	b_1, b, c_1, a, c, a_1	A B C	b_1 - c_1 c_1 - a_1 a_1 - b_1	A_4 - N B_4 - N C_4 - N	(b_1+c_1) - a_1 (c_1+a_1) - b_1 (a_1+b_1) - c_1	$\frac{HV}{1.5\ LV}$

Tabela C-4 Relação de Fases nos Enrolamentos de Transformadores (Norma Australiana 2374, Parte 4 – 1982)

Diag Nº	Grupo de Vetores IEC	Conexão do Enrolamento: Enrolamento de Alta Tensão	Conexão do Enrolamento: Enrolamento de Baixa Tensão	Fase Testada	Jumpers Externos	Enrolamento Testado: Enrolam. de Alta Tensão	Enrolamento Testado: Enrolam. de Baixa Tensão	Relação de Espiras Medida
32	Zd6	A4, A, C, B, C, *, A, B, C4, B4	b1, b, c1, a, c, a1	A B C	— — —	A_4 - C_4 B_4 - A_4 C_4 - B_4	b_1 - a_1 c_1 - b_1 a_1 - c_1	$\frac{HV}{LV}$
33	ZNy1	A4, A, B, C, C, A, N, B, C4, B4	a2, c2, *, b2	A B C	— — —	A_4 - N B_4 - N C_4 - N	a_2 - b_2 b_2 - c_2 c_2 - a_2	$\frac{HV}{LV \bullet \sqrt{3}}$
34	Zy1	A4, A, B, C, C, A, *, B, C4, B4	a2, c2, *, b2	A B C	B_4 - C_4 C_4 - A_4 A_4 - B_4	A_4 -(B_4+C_4) B_4 -(C_4+A_4) C_4 -(A_4+B_4)	a_2 - b_2 b_2 - c_2 c_2 - a_2	$\frac{HV}{LV} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$
35	ZNy11	A4, A, C, B, C, N, A, B, C4, B4	a2, b2, *, c2	A B C	— — —	A_4 - N B_4 - N C_4 - N	a_2 - c_2 b_2 - a_2 c_2 - b_2	$\frac{HV}{LV \bullet \sqrt{3}}$
36	Zy11	A4, A, C, B, C, *, A, B, C4, B4	a2, b2, *, c2	A B C	B_4 - C_4 C_4 - A_4 A_4 - B_4	A_4 -(B_4+C_4) B_4 -(C_4+A_4) C_4 -(A_4+B_4)	a_2 - c_2 b_2 - a_2 c_2 - b_2	$\frac{HV}{LV} \bullet \frac{\sqrt{3}}{2}$